

# الفيزياء

□ وطنيات

□ عادية-إستدراكية

الثانية باكوريا - مسلك العلوم الفيزيائية

## إمتحانات الميكانيك 2008 – 2019 PC



## الإمتحان الوطني - 2019 عادية

دراسة حركة مركز القصور لمجموعة ميكانيكية

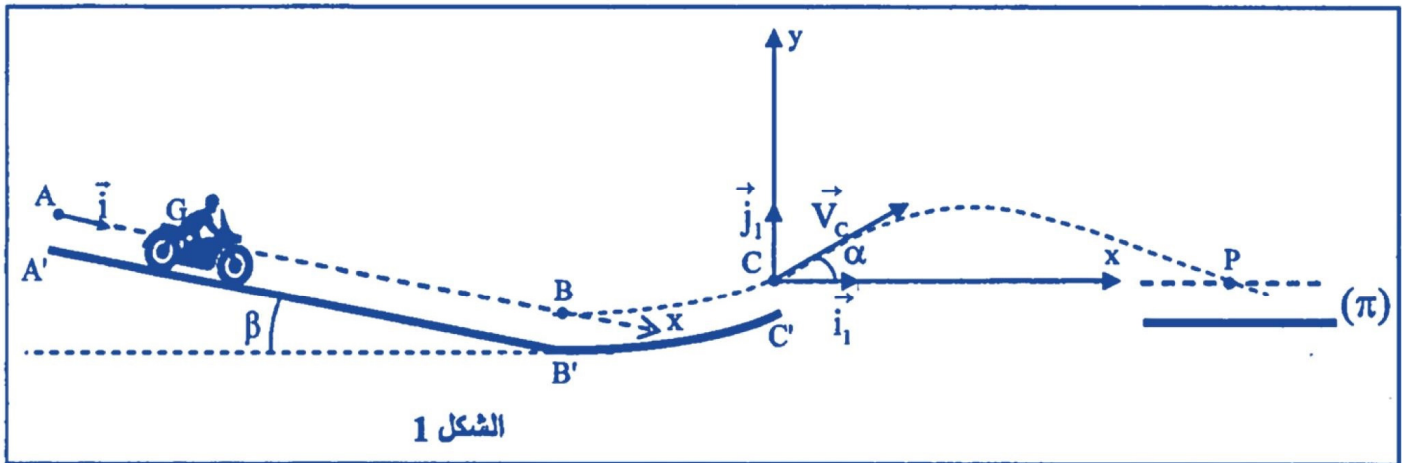
يعتبر القفز الطولي بواسطة الدراجة النارية مسابقة رياضية، حيث يشكل التحدي الحقيقي فيها إنجاز قفزة لأبعد مسافة ممكنة انطلاقاً من مكان معين.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة مركز القصور  $G$  لمجموعة  $(S)$  مكونة من دراجة نارية وسائقها على حلبة سباق. تتكون حلبة السباق من:

- جزء مستقيمي  $AB'$  مائل بزاوية  $\beta$  بالنسبة للمستوى الأفقي؛
- منصة  $B'C'$  للقفز، دائرية الشكل؛
- منطقة  $(\pi)$  للسقوط، مستوية وأفقية (الشكل 1 الصفحة 7/6).

نهمل جميع الاحتكاكات وندرس حركة مركز القصور  $G$  للمجموعة  $(S)$  في مرجع أرضي نعتبره غاليليا. معطيات:

- شدة الثقالة:  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ ؛
- الزاوية  $\beta = 10^\circ$ ؛
- كتلة المجموعة  $(S)$ :  $m = 190 \text{ kg}$ .



I - دراسة الحركة على الجزء  $AB'$

عند لحظة نعتبرها أصلاً للتواريخ ( $t=0$ )، تنطلق المجموعة  $(S)$ ، بدون سرعة بدئية، من موضع يكون فيه مركز القصور  $G$  منطبقاً مع النقطة  $A$ .

تخضع المجموعة أثناء حركتها على الجزء  $AB'$ ، بالإضافة إلى وزنها وتأثير المستوى المائل، لقوة محركة  $\vec{F}$  ثابتة، خط تأثيرها مواز لمسار  $G$  ولها نفس منحنى الحركة.

لدراسة حركة  $G$  في هذه المرحلة، نختار معلماً للفضاء  $(A, \vec{i})$  موازياً للجزء المستقيمي  $AB'$  ونعلم موضع  $G$  بالأفصول  $x$  (الشكل 1).



1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن تعبير التسارع  $a_G$  لحركة  $G$  يكتب كما يلي :  $a_G = \frac{F}{m} + g \sin \beta$ .

2. يمثل منحنى الشكل 2 تغيرات السرعة اللحظية  $V_G$  لمركز القصور  $G$  بدلالة الزمن. باستغلال هذا المنحنى، أوجد قيمة التسارع  $a_G$ .

3. استنتج الشدة  $F$  للقوة المحركة.

4. اكتب التعبير العددي للمعادلة الزمنية  $x = f(t)$  لحركة  $G$ .

5. علما أن  $AB = 36 \text{ m}$ ، حدد لحظة مرور  $G$  من النقطة  $B$ .

6. احسب السرعة  $V_B$  لمركز القصور  $G$  في النقطة  $B$ .

II - دراسة حركة  $G$  خلال مرحلة القفز

في لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ ( $t = 0$ )، تغادر المجموعة

(S) منصة القفز، عند مرور  $G$  من النقطة  $C$ ، بسرعة  $V_C$  تكون

متجهتها زاوية  $\alpha = 18^\circ$  مع الخط الأفقي. تسقط المجموعة (S) في

موضع حيث ينطبق  $G$  مع النقطة  $P$  (الشكل 1).

نعتبر أن المجموعة (S) تخضع لوزنها فقط خلال مرحلة القفز.

ندرس حركة  $G$  في المعلم  $(C, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$  المتعامد الممنظم المبين في الشكل 1.

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن المعادلتين التفاضليتين اللتين تحققهما الإحداثيتان  $x_G(t)$  و  $y_G(t)$  لمركز

القصور  $G$  في المعلم  $(C, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$  هما :  $\frac{dx_G}{dt} = V_C \cos \alpha$  و  $\frac{dy_G}{dt} = -g \cdot t + V_C \sin \alpha$ .

2. يكتب التعبير العددي لكل من المعادلتين الزميتين  $x_G(t)$  و  $y_G(t)$  لحركة  $G$  كما يلي:

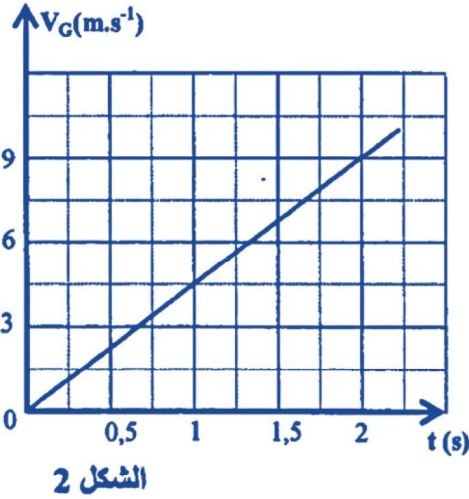
(  $x_G$  و  $y_G$  بالمتر  $m$  و  $t$  بالثانية  $s$  )  $x_G(t) = 19,02 \cdot t$  و  $y_G(t) = -5 \cdot t^2 + 6,18 \cdot t$

تحقق أن سرعة  $G$  في النقطة  $C$  هي :  $V_C = 20 \text{ m.s}^{-1}$ .

3. تعتبر القفزة ناجحة إذا تحقق الشرط  $CP \geq 30 \text{ m}$ .

3.1. بين أن القفزة المنجزة في هذه الحالة غير ناجحة.

3.2. حدد السرعة الدنيا  $V_{\min}$  التي يجب أن يمر بها  $G$  من النقطة  $C$  لكي تكون القفزة ناجحة.





## الإمتحان الوطني - 2019 إسدراكية

الجزء الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول: حركة جسم صلب في مجال الثقالة

يمكن دراسة حركة الأجسام الصلبة في مجال الثقالة المنتظم من تحديد المقادير المميزة لهذه الحركة.

يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة حركة كرة في مجال الثقالة المنتظم.

نقذف رأسيا نحو الأعلى عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ ( $t = 0$ ) ، بسرعة بدئية  $\vec{V}_0$  ، كرة كتلتها  $m$  من نقطة  $A$  توجد على ارتفاع  $h = 1,2 \text{ m}$  من سطح الأرض .

ندرس حركة مركز القصور  $G$  لهذه الكرة في مرجع مرتبط بالأرض نعتبره غاليليا. نعلم، عند لحظة  $t$  ، موضع النقطة  $G$  في المعلم  $(O, \vec{k})$  بالأنسوب  $z$  (الشكل 1).

نعتبر أن دافعة أرخميدس وقوى الاحتكاك مهملة.

1. عرّف السقوط الحر.

2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة  $V_z$

لمركز القصور  $G$ .

3. بيّن أن المعادلة الزمنية لحركة  $G$  تكتب على الشكل:

$$z = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t + h$$

4. يمثل منحنى الشكل 2 تغيرات السرعة  $V_z$  بدلالة الزمن.

باستغلال هذا المنحنى، أوجد التعبير العددي لمعادلة

السرعة  $V_z = f(t)$ .

5. يمر مركز القصور  $G$ ، خلال مرحلة الصعود، من

النقطة  $B$  التي توجد على ارتفاع  $D$  من سطح الأرض،

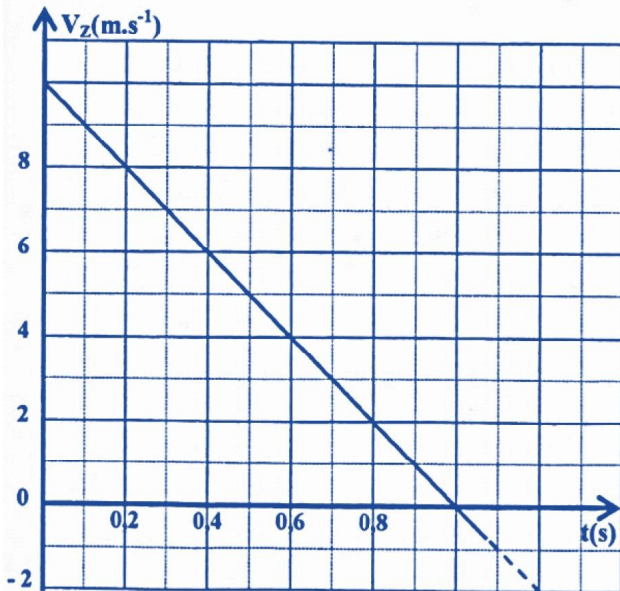
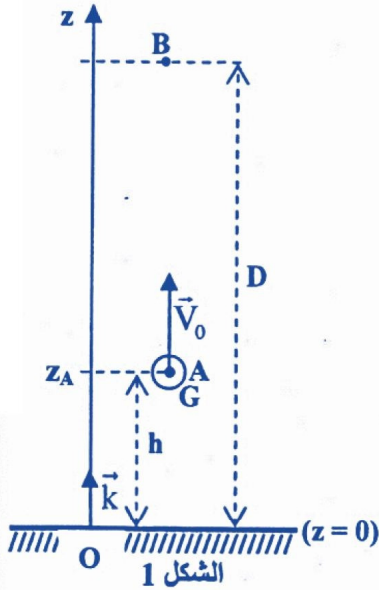
بسرعة  $V_B = 3 \text{ m.s}^{-1}$  (الشكل 1). بيّن أن  $D = 5,75 \text{ m}$ .

6. نقذف من جديد الكرة رأسيا نحو الأعلى من نفس النقطة

$A$  بسرعة بدئية  $V'_0 = 8 \text{ m.s}^{-1}$ ، عند لحظة نختارها أصلا

جديدا للتواريخ ( $t = 0$ ).

هل يصل مركز القصور  $G$  إلى النقطة  $B$  ؟ علل جوابك.



الشكل 2



### الجزء الثاني: دراسة طاقة لنواس لي

يهدف هذا الجزء من التمرين إلى تحديد ثابتة اللي لسلك فليزي اعتمادا على دراسة طاقة لنواس لي. يتكون نواس لي من قرص متجانس S معلق من مركز قصوره بواسطة سلك فليزي رأسي ثابتة ليّه C (الشكل 3).

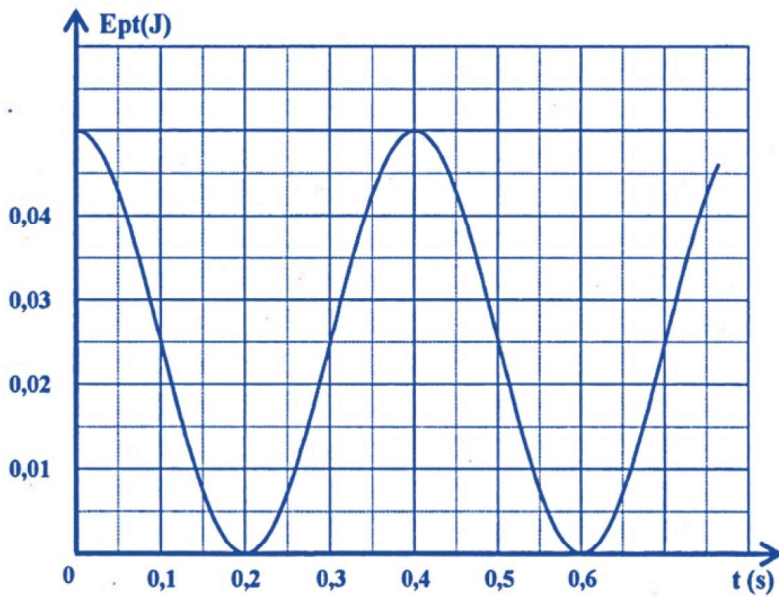
ندبر القرص أفقيا، في المنحى الموجب، انطلاقا من موضع توازنه بزاوية  $\theta_m = 0,5 \text{ rad}$  حول المحور ( $\Delta$ ) الذي يجسده السلك الفليزي، ثم نحرره بدون سرعة بدنية في لحظة نختارها أصلا للتواريخ ( $t=0$ )؛ فينجز حركة دوران جيبية.

ندرس حركة النواس في مرجع أرضي نعتبره غاليليا.

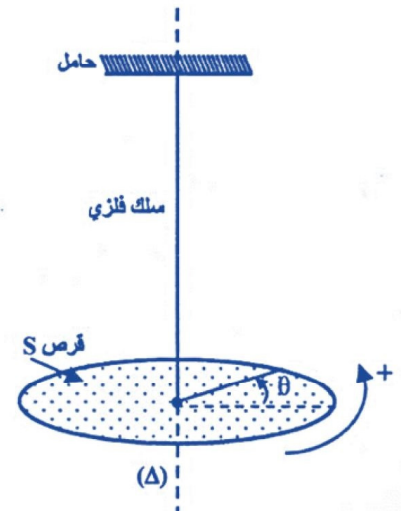
نرمز، عند لحظة  $t$ ، لزاوية دوران القرص بـ  $\theta$ .

نأخذ المستوى الأفقي المنطبق مع مستوى القرص مرجعا لطاقة الوضع الثقالية، وموضع توازن القرص ( $\theta=0$ ) مرجعا لطاقة الوضع للي.

يمثل منحني الشكل 4 تغيرات طاقة الوضع للي  $E_{pt}$  بدلالة الزمن.



الشكل 4



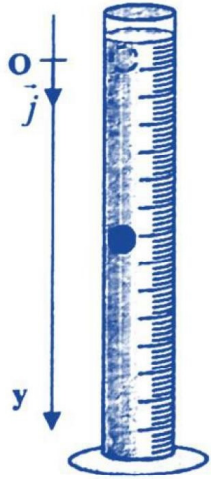
الشكل 3

باستغلال المنحني:

1. حدد طاقة الوضع للي القصوى  $E_{pt\max}$  واستنتج ثابتة اللي C.
2. علما أن الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للنواس المدروس تتحفظ، بين أن  $E_m = 0,05 \text{ J}$ .
3. أوجد قيمة الطاقة الحركية  $E_{cl}$  للنواس عند اللحظة  $t_1 = 0,3 \text{ s}$ .



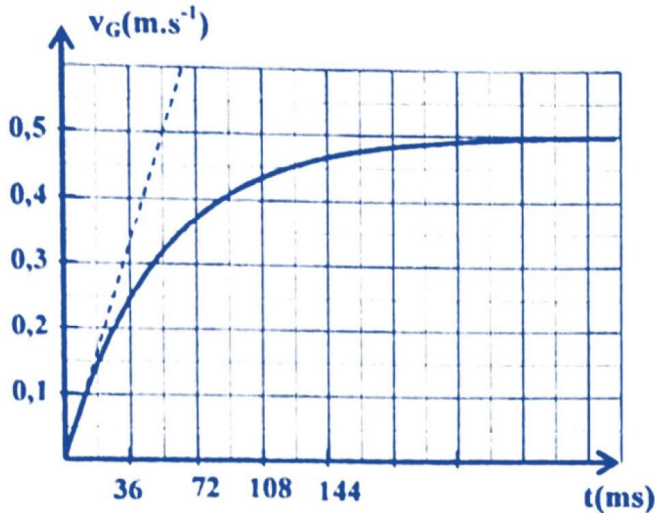
## الإمتحان الوطني - 2018 عادية



الشكل 1

الجزء الأول: دراسة حركة السقوط الرأسي لكروية في سائل لزج  
لتحديد بعض مميزات حركة سقوط كروية في سائل لزج ، ننجز التجربة التالية:  
نملأ أنبوبا مدرجا بسائل لزج وشفاف كتلته الحجمية  $\rho$  ثم نحرر داخله، بدون سرعة بدئية، كروية متجانسة كتلتها  $m = 2.10^{-2} \text{ kg}$  وحجمها  $V$  ومركز قصورها  $G$ .  
ندرس حركة مركز القصور  $G$  في معلم  $(O, \vec{y})$  مرتبط بمراجع أرضي نعتبره غاليليا.  
نمعلم موضع  $G$  عند لحظة  $t$  بالأرتوب  $y$  على محور  $\overline{Oy}$  رأسي موجّه نحو الأسفل (الشكل 1).  
نعتبر أن موضع  $G$  منطبق مع أصل المحور  $\overline{Oy}$  عند أصل التواريخ.

نعتبر أن دافعة أرخميدس  $\overline{F_a}$  غير مهملة بالنسبة لباقي القوى المطبقة على الكروية.  
ننمذج قوى الاحتكاك التي يطبقها السائل على الكروية أثناء حركتها بقوة  $\vec{f} = -k \cdot \vec{v}_G$ ، حيث  $\vec{v}_G$  متجهة سرعة  $G$  عند لحظة  $t$  و  $k$  معامل ثابت موجب.  
نذكر أن شدة دافعة أرخميدس تساوي شدة وزن السائل المزاح  $F_a = \rho \cdot V \cdot g$ ، حيث  $g$  شدة الثقالة.  
لتحديد قيمة السرعة اللحظية لمركز قصور الكروية، نستعمل كاميرا رقمية وعدة معلوماتية ملائمة. نحصل بعد معالجة المعطيات التجريبية على منحنى الشكل 2 الذي يمثل تغيرات السرعة  $v_G$  بدلالة الزمن.  
1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بيّن أن المعادلة



- التفاضلية لحركة  $G$  تكتب على شكل  $\frac{dv_G}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot v_G = A$   
محددا تعبير الزمن المميز  $\tau$  بدلالة  $k$  و  $m$  وتعبير  
الثابتة  $A$  بدلالة  $g$  و  $m$  و  $\rho$  و  $V$ .  
2. حدد مبيانيا قيمة كل من السرعة الحدية  $v_{Glim}$  و  $\tau$ .  
3. أوجد قيمة كل من المعامل  $k$  والثابتة  $A$ .  
4. تكتب المعادلة التفاضلية لحركة  $G$  عدديا على

الشكل:  $\frac{dv_G}{dt} = 9,26 - 18,52 \cdot v_G$ .

أحسب القيمة التقريبية لكل من التسارع  $a_3$  والسرعة  $v_4$  باعتماد طريقة أولير ومعطيات الجدول التالي:

$t \text{ (s)}$	$v_G \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$	$a_G \text{ (m.s}^{-2}\text{)}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
0,015	0,126	$a_3$
0,020	$v_4$	6,28
0,025	0,192	5,70



الجزء الثاني: دراسة طاقة لمتذبذب ميكانيكي (جسم صلب - نابض)  
ننمذج جزءا من آلة ميكانيكية بمجموعة متذبذبة أفقية تتكون من جسم صلب (S)، مركز قصوره G وكتلته  $m$  مثبت بطرف نابض أفقي لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته  $K = 35 \text{ N.m}^{-1}$ . الطرف الآخر للنابض مثبت بحامل ثابت.  
نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه بالمسافة  $X_m$  ثم نحرره بدون سرعة بدئية، فيتذبذب بدون احتكاك فوق مستوى أفقي.

تتم دراسة حركة مركز القصور G في معلم  $(O, \vec{i})$  مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.  
ينطبق موضع G عند التوازن مع الأصل O للمحور  $(O, \vec{i})$ .

نمعلم موضع G في المعلم  $(O, \vec{i})$  عند لحظة  $t$  بالأفصول  $x$ . (الشكل 3)  
نختار موضع G عند التوازن ( $x = 0$ ) مرجعا لطاقة الوضع المرنة.

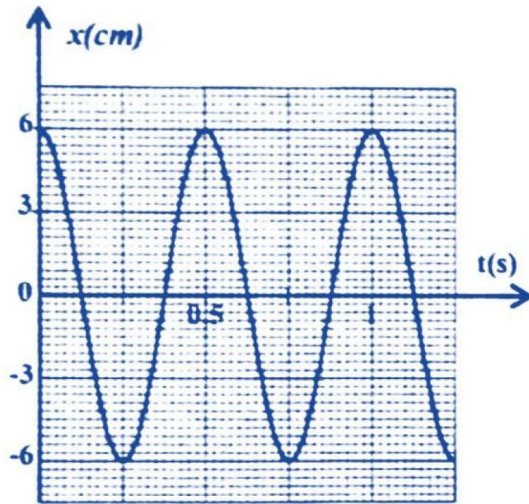
تكتب المعادلة الزمنية لحركة G على شكل  $x(t) = X_m \cdot \cos(\frac{2\pi t}{T_0} + \varphi)$ .

يمثل منحنى الشكل 4 تغيرات الأفصول  $x$  بدلالة الزمن.

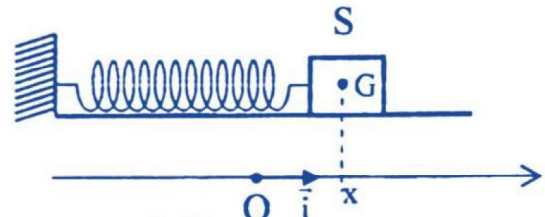
1. حدد قيمة كل من  $X_m$  و  $T_0$  و  $\varphi$ .

2. أوجد قيمة  $E_{pe1}$  طاقة الوضع المرنة للمتذبذب الميكانيكي عند اللحظة  $t_1 = 0,5 \text{ s}$ .

3. أحسب الشغل  $W_{AB}(\vec{F})$  لقوة الارتداد عندما ينتقل مركز القصور G من الموضع A ذي الأفصول  $x_A = X_m$  إلى الموضع B ذي الأفصول  $x_B = -X_m$ .



الشكل 4



الشكل 3

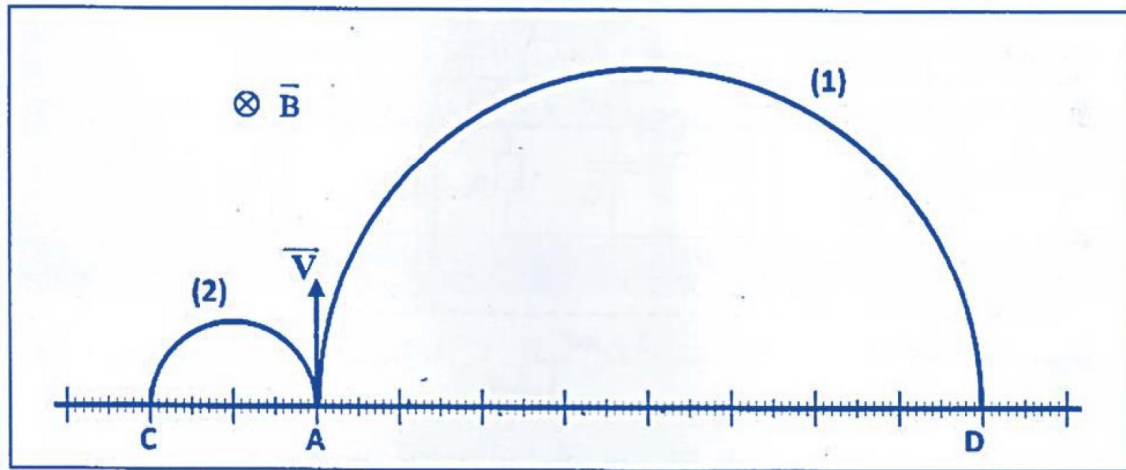
## الإمتحان الوطني - 2018 إسدراكية

### الجزء الأول والثاني مستقلان

**الجزء الأول:** دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم كتطبيق لقوة لورنتز، يستعمل جهاز راسم الطيف للكتلة لفرز دقائق مشحونة ذات كتل أو شحن مختلفة. يهدف هذا الجزء من التمرين إلى تحديد كتلة دقيقة مشحونة من خلال دراسة حركتها في مجال مغنطيسي منتظم.

تدخل دقيقتان مشحونتان  $He^{2+}$  و  $O^{2-}$  من نقطة A ، بنفس السرعة البدئية متجهتها  $\vec{V}$  ، في حيز من الفضاء به مجال مغنطيسي منتظم، متجهته  $\vec{B}$  عمودية على المتجهة  $\vec{V}$  .  
نعتبر أن الدقيقتين  $He^{2+}$  و  $O^{2-}$  تخضعان فقط لقوة لورنتز (Lorentz) .  
معطيات:

- نذكر بتعبير قوة لورنتز:  $\vec{F} = q\vec{V} \wedge \vec{B}$  ؛
- كتلة الدقيقة  $He^{2+}$  :  $m(He^{2+}) = 6,68.10^{-27} \text{ kg}$  ؛
- يمثل الشكل 1 تسجيلا لمساري الدقيقتين  $He^{2+}$  و  $O^{2-}$  في المجال المغنطيسي المنتظم  $\vec{B}$  .



الشكل 1

1. تعرف على مسار كل دقيقة.
2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع غاليلي، بين أن حركة الأيون  $He^{2+}$  حركة منتظمة ومسارها دائري شعاعه يكتب على شكل  $R_{He^{2+}} = \frac{m(He^{2+}) \cdot V}{2.e.B}$  .
3. باعتماد الشكل السابق، حدد النسبة  $\frac{R_{O^{2-}}}{R_{He^{2+}}}$  ، حيث  $R_{O^{2-}}$  شعاع مسار الدقيقة  $O^{2-}$  .
4. بين أن كتلة الدقيقة  $O^{2-}$  هي  $m(O^{2-}) = 2,67.10^{-26} \text{ kg}$  .



الجزء الثاني: دراسة طاقة لنواس بسيط

تلعب طفلة صغيرة بأرجوحة مشدودة إلى حامل ثابت .

ننمذج المجموعة الميكانيكية (الطفلة - الأرجوحة) بنواس بسيط يتكون من حبل غير مدود كتلته مهملة وطوله  $L$

ومن جسم صلب (S) كتلته  $m$  وأبعاده مهملة أمام طول الحبل.

نذكر بأن النواس البسيط هو حالة خاصة للنواس الوازن.

يوجد النواس في حالة سكون عند موضع توازنه المستقر.

عند اللحظة  $t=0$ ، نرسل النواس انطلاقاً من هذا الموضع بسرعة بدئية في

المنحى الموجب بحيث تكون قيمة طاقته الحركية  $E_{c0}=13,33 \text{ J}$ ، فينجز حركة

تذبذبية جيبية وسعها الزاوي  $\theta_{\max}=0,20 \text{ rad}$ .

نمعلم موضع النواس عند لحظة  $t$  بالأفصول الزاوي  $\theta$ . (الشكل 2)

نأخذ المستوى الأفقي المار من موضع التوازن المستقر ( $\theta=0$ ) كحالة مرجعية

لطاقة الوضع الثقالية ( $E_{pp}=0$ ).

تقتصر الدراسة على حالة التذبذبات الصغيرة في مرجع غاليلي مرتبط بالأرض.

نهمل جميع الاحتكاكات.

معطيات:

- طول النواس البسيط:  $L=2 \text{ m}$ ؛

- شدة مجال الثقالة:  $g=9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ؛

- في حالة التذبذبات الصغيرة:  $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ ، حيث  $\theta$  بالراديان؛

- نذكر بالعلاقة المثلثية:  $\cos^2\theta + \sin^2\theta = 1$ .

1. باستعمال معادلة الأبعاد، بيّن أن العلاقة  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$  متجانسة.

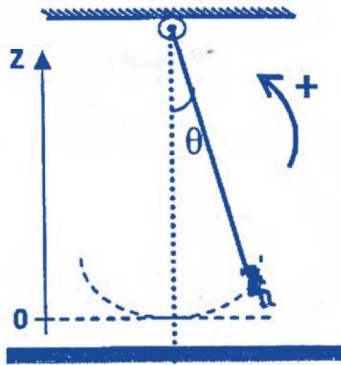
2. تكتب المعادلة الزمنية لحركة النواس البسيط كما يلي:  $\theta(t) = \theta_{\max} \cdot \cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$ .

أوجد في النظام العالمي للوحدات قيمة كل من  $T_0$  و  $\varphi$ .

3. بيّن أن تعبير طاقة الوضع الثقالية للنواس يكتب كما يلي:  $E_{pp}(t) = \frac{1}{2} m \cdot g \cdot L \cdot \theta_{\max}^2 \cdot \cos^2(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$ .

4. بيّن أن تعبير الطاقة الميكانيكية للنواس يكتب على شكل  $E_m = \frac{1}{2} m \cdot g \cdot L \cdot \theta_{\max}^2$ .

5. باستغلال انحفاظ الطاقة الميكانيكية للنواس، أحسب الكتلة  $m$  للجسم (S).



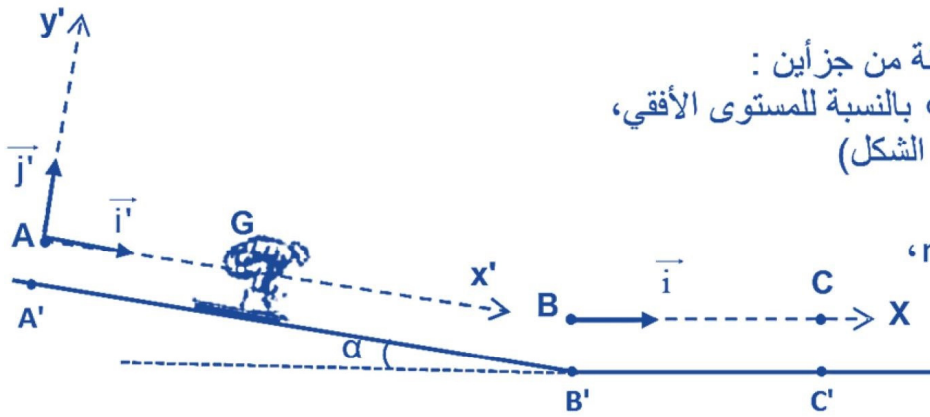
الشكل 2

## الإمتحان الوطني - 2017 عادية

الجزء الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول: دراسة حركة متزلج باحتكاك

تعتبر رياضة التزلج من أفضل الرياضات الجبلية في فصل الشتاء، فهي تجمع بين المغامرة وبناء اللياقة البدنية والرشاقة. يهدف هذا الجزء إلى دراسة حركة مركز قصور متزلج ولوازمه على حلبة للتزلج.



ينزل متزلج على حلبة للتزلج مكونة من جزأين :  
- جزء A'B' مستقيمي مائل بزاوية  $\alpha$  بالنسبة للمستوى الأفقي،  
- جزء B'C' مستقيمي وأفقي. (انظر الشكل)

معطيات:

- كتلة المتزلج ولوازمه:  $m=65\text{ kg}$
- $g=9,8\text{ m.s}^{-2}$
- زاوية الميل:  $\alpha=23^\circ$
- نهمل تأثير الهواء.

### 1. دراسة الحركة على المستوى المائل :

ندرس حركة G مركز قصور المجموعة (S) المتكونة من المتزلج ولوازمه في المعلم  $(A, \vec{i}, \vec{j})$  المرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.

عند لحظة نأخذها أصلا للتواريخ، تنطلق المجموعة (S) بدون سرعة بدئية من موضع يكون فيه مركز القصور G منطبقا مع النقطة A.

تتم حركة G على المستوى المائل AB حسب الخط الأكبر ميلا، حيث  $AB=A'B'$ .

يتم التماس بين المستوى المائل والمجموعة (S) باحتكاك، حيث قوة الاحتكاك ثابتة شدتها  $f=15\text{ N}$ .

1.1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة  $v_G$  لحركة مركز القصور G

$$\text{تكتب على شكل } \frac{dv_G}{dt} = g \cdot \sin \alpha - \frac{f}{m}$$

1.2- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل  $v_G(t) = b \cdot t + c$ ، حدد قيمة كل من b و c.

1.3- استنتج قيمة  $t_B$ ، لحظة مرور مركز القصور G من الموضع B بسرعة شدتها  $90\text{ km.h}^{-1}$ .

1.4- أوجد الشدة R للقوة التي يطبقها المستوى المائل على المجموعة (S).

### 2. دراسة الحركة على المستوى الأفقي :

تواصل المجموعة حركتها على المستوى الأفقي B'C' لتتوقف في الموضع C'. يتم التماس بين هذا المستوى والمجموعة (S) باحتكاك حيث قوة الاحتكاك ثابتة شدتها  $f'$ .

تتم دراسة حركة G للمجموعة المدروسة في معلم أفقي  $(B, \vec{i})$  مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.

يمر مركز القصور G من النقطة B بسرعة شدتها  $90\text{ km.h}^{-1}$  عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ.



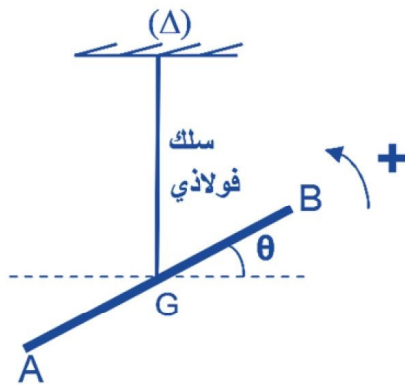
**2.1-** بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد شدة قوة الاحتكاك  $f'$  علما أن المركبة الأفقية لمتجهة التسارع لحركة  $G$  هي  $a_x = -3 \text{ m.s}^{-2}$ .

**2.2-** حدد اللحظة  $t_c$  ؛ لحظة توقف المجموعة.

**2.3-** استنتج المسافة المقطوعة  $BC$  من طرف مركز القصور  $G$ .

**الجزء الثاني: دراسة طاقة لنواس اللي**

استعمل نواس اللي، تاريخيا، من طرف العالم كافاندش لتحديد قيمة ثابتة التجاذب الكوني، ويمكن استعماله لتحديد ثابتة اللي لبعض المواد الصلبة و القابلة للتشويه. يهدف هذا الجزء من التمرين إلى تحديد قيمة ثابتة اللي لسلك فولاذي وعزم القصور لقضيب باستغلال مخططات الطاقة.



يتكون نواس اللي من سلك فولاذي رأسي ثابتة ليه  $C$  ومن قضيب  $AB$  متجانس، عزم قصوره  $J_\Delta$  بالنسبة لمحور رأسي  $(\Delta)$  منطبق مع السلك ويمر من  $G$  مركز قصور القضيب.

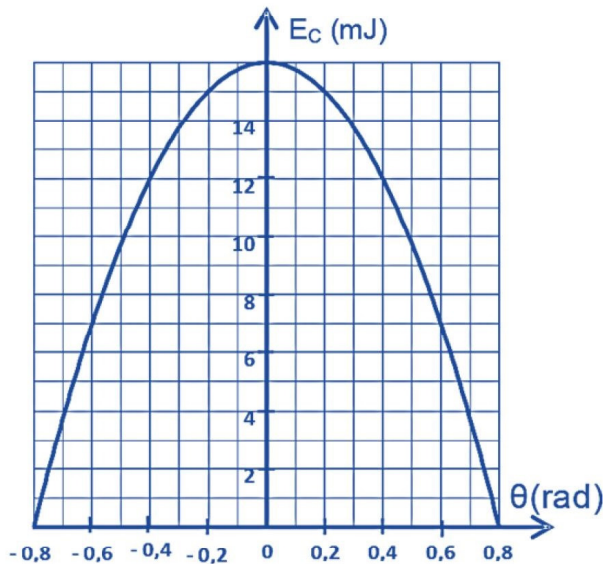
ندير القضيب  $AB$  أفقيا في المنحنى الموجب حول المحور  $(\Delta)$  بالزاوية  $\theta_m = 0,8 \text{ rad}$  بالنسبة لموضع التوازن، ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ.

نمعلم موضع القضيب عند كل لحظة بالأفصول الزاوي  $\theta$  بالنسبة لموضع التوازن (الشكل جانبه).

ندرس حركة النواس في معلم مرتبط بمراجع أرضي نعتبره غاليليا. نعتبر موضع توازن النواس مرجعا لطاقة الوضع للي والمستوى الأفقي المار من  $G$  مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.

نهمل جميع الاحتكاكات.

يمثل منحنى الشكل جانبه تغيرات الطاقة الحركية  $E_c$  للنواس بدلالة  $\theta$ .



**1-** اكتب تعبير الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للنواس بدلالة:

$C$  و  $J_\Delta$  و  $\theta$  والسرعة الزاوية  $\dot{\theta}$ .

**2-** حدد قيمة ثابتة اللي  $C$  للسلك الفولاذي.

**3-** أوجد قيمة  $J_\Delta$ ، علما أن السرعة الزاوية القصوى

للنواس هي  $\dot{\theta}_{\max} = 2,31 \text{ rad.s}^{-1}$ .

## الإمتحان الوطني - 2017 إسدراكية

### الجزء الأول: دراسة حركة كوكب خارجي حول نجمة

يطلق اسم كوكب خارجي "exoplanète" على كل كوكب يدور حول نجم آخر غير الشمس. ففي السنوات الأخيرة، اكتشف علماء الفلك بضعة آلاف من هذه الكواكب الخارجية باستعمال أدوات وتقنيات جد متطورة.

يبعد النجم "Mu arae"، الذي نرسم له بالحرف S، عن نظامنا الشمسي بحوالي 50 سنة ضوئية، وتدور حوله أربعة كواكب خارجية.

يهدف التمرين إلى تحديد كتلة النجم "Mu arae" باعتماد القانون الثاني لنيوتن وتطبيق قوانين كيبلر على أحد هذه الكواكب الخارجية الذي نرسم له بالحرف b.

نعتبر أن للنجم S تماثلاً كروياً لتوزيع الكتلة. نهمل أبعاد الكوكب الخارجي أمام المسافة الفاصلة بينه وبين النجم S، كما نعتبر أن للكوكب الخارجي b مساراً دائرياً، ويخضع فقط إلى قوة التجاذب الكوني بينه وبين S. ندرس حركة b في مرجع مرتبط بمركز النجم S نعتبره غاليلياً.

### المعطيات :

- ثابتة التجاذب الكوني:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ (SI)}$  ؛

- شعاع مسار الكوكب الخارجي b حول S:  $r_b = 2,24 \cdot 10^{11} \text{ m}$  ؛

- دور حركة الكوكب الخارجي b حول النجم S:  $T_b = 5,56 \cdot 10^7 \text{ s}$  .

1- اكتب تعبير الشدة  $F_{S/b}$  لقوة التجاذب الكوني التي يطبقها النجم S ذو الكتلة  $M_S$  على الكوكب الخارجي b ذي الكتلة  $m_b$  .

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

2.1- بين أن الحركة الدائرية للكوكب الخارجي b حول النجم S حركة منتظمة.

2.2- أثبت القانون الثالث لكيبلر:  $\frac{T^2}{r^3} = K$  ؛ حيث K ثابتة.

2.3- حدد قيمة الكتلة  $M_S$  للنجم S .

### الجزء الثاني: دراسة طاقة لمتذبذب ميكانيكي (جسم صلب - نابض)

تتكون مجموعة متذبذبة من جسم صلب (S)، مركز قصوره G وكتلته m، مثبت بطرف نابض أفقي لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته  $K = 20 \text{ N.m}^{-1}$  . الطرف الآخر للنابض مثبت بحامل ثابت.

نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه بالمسافة  $X_m$  ثم نحرره بدون سرعة بدئية، فيتذبذب بدون احتكاك على مستوى أفقي. (الشكل 1)

تتم دراسة حركة مركز القصور G في معلم  $(O, \vec{i})$  مرتبط

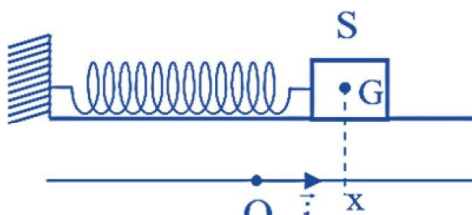
بمرجع أرضي نعتبره غاليلياً.

يطابق أصل المحور O موضع G عند التوازن .

نمعلم موضع G في المعلم  $(O, \vec{i})$  عند لحظة t بالأفصول x .

نختار المستوى الأفقي المار من G كحالة مرجعية لطاقة الوضع الثقالية وموضع G عند التوازن ( $x = 0$ ) مرجعاً لطاقة الوضع

المرنة.



الشكل 1

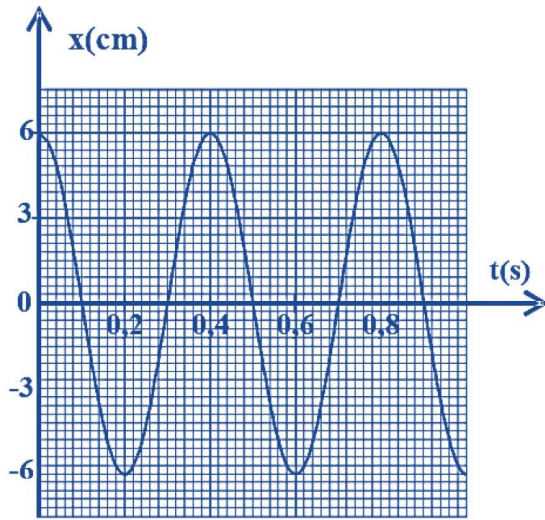


# الإمتحانات الوطنية

## الميكانيك

تكتب المعادلة الزمنية لحركة G على شكل  $x(t) = X_m \cdot \cos(\frac{2\pi t}{T_0} + \phi)$ .

يمثل منحنى الشكل 2 مخطط المسافات  $x(t)$ .



الشكل 2

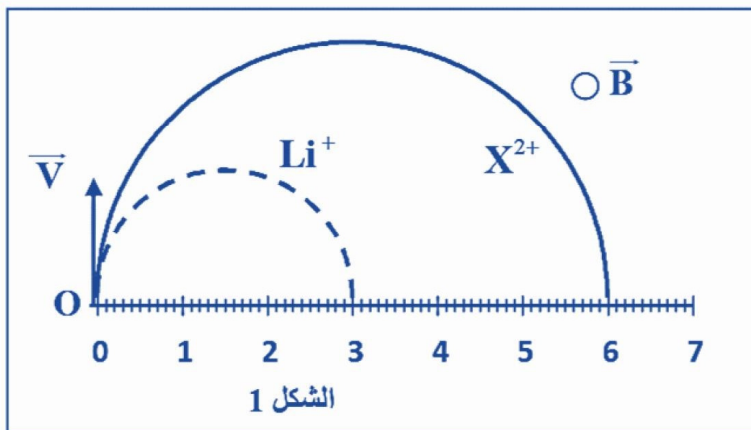
- 1- حدد قيمة كل من  $X_m$  و  $T_0$  و  $\phi$ .
- 2- حدد قيمة الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للمتذبذب المدروس.
- 3- أوجد قيمة الطاقة الحركية  $E_{Cl}$  للمتذبذب الميكانيكي عند اللحظة  $t_1 = 0,3 \text{ s}$ .
- 4- احسب الشغل  $W_{AB}(\vec{F})$  لقوة الارتداد عندما ينتقل مركز القصور G من الموضع A ذي الأفصول  $x_A = 0$  إلى الموضع B ذي الأفصول  $x_B = \frac{X_m}{2}$ .

## الإمتحان الوطني - 2016 عادية

### الجزء الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول (3 نقط): دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم

تدخل دقيقتان مشحونتان  $\text{Li}^+$  و  $\text{X}^{2+}$  من نقطة O ، بنفس السرعة البدئية متجهتها  $\vec{V}$  ، في حيز من الفضاء به مجال مغنطيسي منتظم، متجهته  $\vec{B}$  عمودية على المتجهة  $\vec{V}$  .  
تمثل  $q_x$  و  $m_x$  على التوالي الشحنة الكهربائية والكتلة للدقيقة  $\text{X}^{2+}$  .  
نعتبر أن  $\text{Li}^+$  و  $\text{X}^{2+}$  تخضعان فقط لقوة لورنتز (Lorentz) .



### المعطيات:

- السرعة البدئية:  $V = 10^5 \text{ m.s}^{-1}$  ؛
- شدة المجال المغنطيسي:  $B = 0,5 \text{ T}$  ؛
- قيمة الشحنة الابتدائية:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ؛
- كتلة الأيون  $\text{Li}^+$  :  $m_{Li} = 6,015 \text{ u}$  ؛
- $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ؛
- يمثل الشكل 1 مساري الدقيقتين في المجال المغنطيسي المنتظم  $\vec{B}$  ؛
- نذكر أن تعبير قوة لورنتز هو:  $\vec{F} = q\vec{V} \wedge \vec{B}$  .

1. حدد الاتجاه والمنحى والشدة لمتجهة قوة لورنتز المطبقة على الدقيقة  $\text{Li}^+$  في النقطة O .
2. حدد منحى المتجهة  $\vec{B}$  مستعملا الرمز  $\odot$  إذا كان نحو الأمام أو الرمز  $\otimes$  إذا كان نحو الخلف.

3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع غاليلي، بيّن أن حركة الأيون  $\text{Li}^+$  حركة منتظمة ومسارها دائري شعاعه يكتب على الشكل  $R_{\text{Li}} = \frac{m_{\text{Li}} \cdot V}{e \cdot B}$ .

4. باستغلال معطيات الشكل 1، حدد النسبة  $\frac{R_x}{R_{\text{Li}}}$ ، حيث  $R_x$  شعاع مسار الدقيقة  $X^{2+}$ .

5. تعرف، معلا جوابك، على الدقيقة  $X^{2+}$  علما أنها توجد ضمن الأيونات الثلاثة المقترحة في الجدول التالي:

الأيون	$^{40}_{20}\text{Ca}^{2+}$	$^{26}_{12}\text{Mg}^{2+}$	$^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$
كتلة الأيون (u)	39,952	25,983	23,985

الجزء الثاني (2,5 نقط): دراسة طاقة لنواس بسيط

اعتقد الفلاسفة الإغريق أن كل جسم "ثقيل" معلق بخيط ينحو نحو موضعه الطبيعي الذي هو مركز الأرض "أي إلى الأسفل". ولقد طرح النواس مشكلة حقيقية آنذاك: لماذا لا ينحو الجسم "الثقيل" المعلق بطرف خيط نحو موضعه الطبيعي مباشرة بعد تحريره من ارتفاع معين، بل يواصل حركته نحو الأعلى؟

لقد تم حل هذه المشكلة في العصر الوسيط من طرف غاليلي ونيوتن. يعتبر النواس البسيط حالة خاصة للنواس الوزن. ندرس في هذا الجزء نواسا بسيطا من منظور طاقي.

يتكون نواس بسيط من كرية كتلتها  $m$  وأبعادها مهملة، معلقة بطرف خيط غير قابل للامتداد كتلته مهملة وطوله  $L$ . الطرف الآخر للخيط مشدود إلى حامل ثابت في النقطة  $A$ .

نزيع النواس عن موضع توازنه المستقر بزاوية  $\theta_m$  ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t = 0$ ، فينجز تذبذبات حرة في المستوى  $(O, x, y)$  حول محور ثابت  $\Delta$  أفقي يمر من النقطة  $A$ .

ندرس حركة النواس في مرجع أرضي نعتبره غاليليا ونعلم موضع النواس في كل لحظة  $t$  بأفصوله الزاوي  $\theta$ . (الشكل 2) نختار المستوى الأفقي المار من النقطة  $O$ ، موضع التوازن المستقر للنواس، مرجعا لطاقة الوضع الثقالية. نهمل جميع الاحتكاكات وندرس حركة النواس في حالة التذبذبات الصغيرة.

المعطيات:

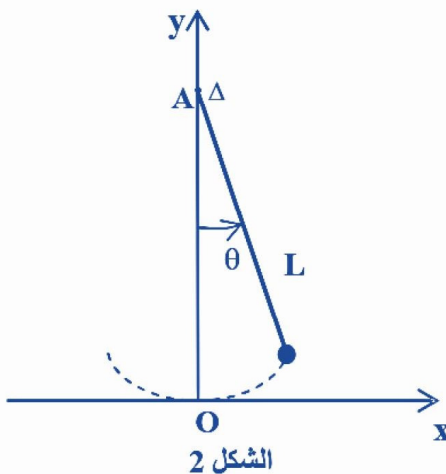
- كتلة الكرية:  $m = 350 \text{ g}$ ؛

- طول الخيط:  $L = 58 \text{ cm}$ ؛

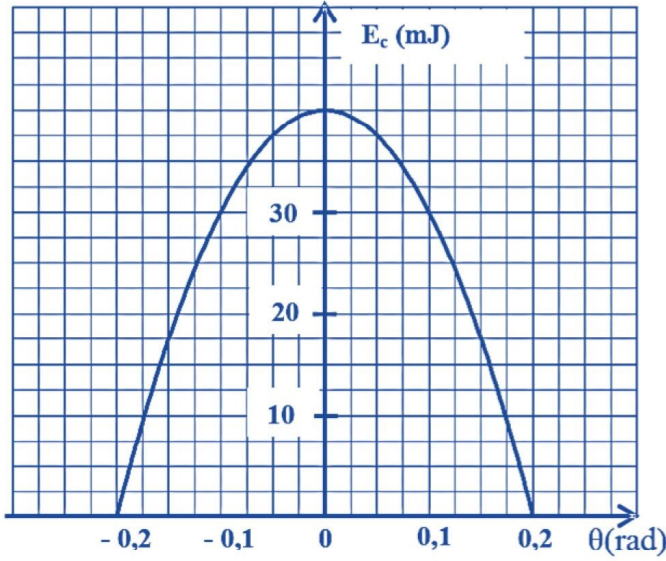
-  $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$ ؛

- عزم قصور النواس:  $J_A = m \cdot L^2$ ؛

بالنسبة للزاويا الصغيرة:  $\sin \theta \approx \theta$  و  $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ .







الشكل 3

1. اكتب عند لحظة  $t$  ، تعبير الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للنواس، في حالة التذبذبات الصغيرة بدلالة  $m$  و  $g$  و  $L$  و  $\theta$  والسرعة الزاوية  $\dot{\theta}$ .
2. يمثل الشكل 3 مخطط الطاقة للنواس المدروس. حدد قيمة كل من:
  - 2.1. الأفصول الزاوي الأقصى  $\theta_{max}$  للنواس.
  - 2.2. الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للنواس.
  - 2.3. السرعة الخطية القصوى  $v_{max}$  للنواس.
3. احسب الأفصولين الزاويين  $\theta_1$  و  $\theta_2$  اللذين تكون فيهما طاقة الوضع تساوي الطاقة الحركية.

## الإمتحان الوطني - 2016 إسدراكية

يتميز جهاز قياس شدة الثقالة "الغرافيمتر" (gravimètre) بمستوى عال من الدقة لقياس شدة الثقالة في مكان معين.

يستعمل جهاز "الغرافيمتر" في مجالات علمية مختلفة كالجيولوجيا وعلم المحيطات وعلم الزلازل وعلم الفضاء ومجال التنقيب عن المعادن والبترو... إلخ

تتمذج لحد أنواع أجهزة قياس شدة الثقالة بمجموعة ميكانيكية متذبذبة مكونة من:

- ساق  $AB$  كتلتها مهمة وطولها  $L$ ، يمكنها الدوران في مستوى رأسي حول محور أفقي  $(\Delta)$  ثابت يمر من الطرف  $A$ ؛

- جسم صلب  $(S)$ ، كتلته  $m$  وأبعاده مهمة أمام طول الساق، مثبت بالطرف  $B$  للساق؛

- نابض حلزوني ثابتة ليه  $C$  يطبق على الساق  $AB$  مزدوجة ارتداد

تعبير عزمها  $M_c = -C.\theta$ ؛ حيث  $\theta$  الزاوية التي تكونها الساق مع الخط

الرأسي المار من الطرف  $A$ . (الشكل 1)

ندرس حركة المجموعة الميكانيكية في معلم متعامد وممنظم  $(A, \vec{i}, \vec{j})$

مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.

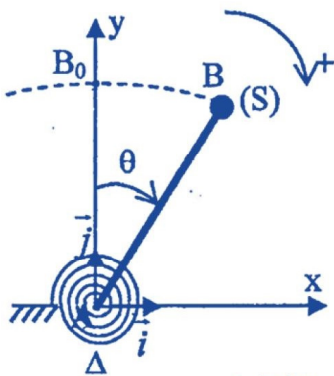
معطيات:

- كتلة الجسم  $(S)$  :  $m = 5.10^{-2} \text{ kg}$  ؛

- طول الساق :  $L = 7.10^{-1} \text{ m}$  ؛

- تعبير عزم قصور المجموعة بالنسبة للمحور  $(\Delta)$  :  $J_\Delta = m.L^2$  ؛

- ثابتة اللي للنابض الحلزوني :  $C = 1,31 \text{ N.m.rad}^{-1}$  ؛



الشكل 1

- بالنسبة للزوايا الصغيرة :  $\sin\theta \approx \theta$  و  $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$  حيث  $\theta$  بالراديان.

نزيح المجموعة الميكانيكية عن موضع توازنها الرأسي بزاوية صغيرة  $\theta_{\max}$  في المنحنى الموجب ثم نحررها بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t=0$ .  
نمطم موضع المجموعة المدروسة في كل لحظة  $t$  بأفصولها الزاوي  $\theta$ .  
نهمل جميع الاحتكاكات.

### 1- الدراسة التحريكية

1.1. بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محور ثابت، بيّن أن المعادلة التفاضلية

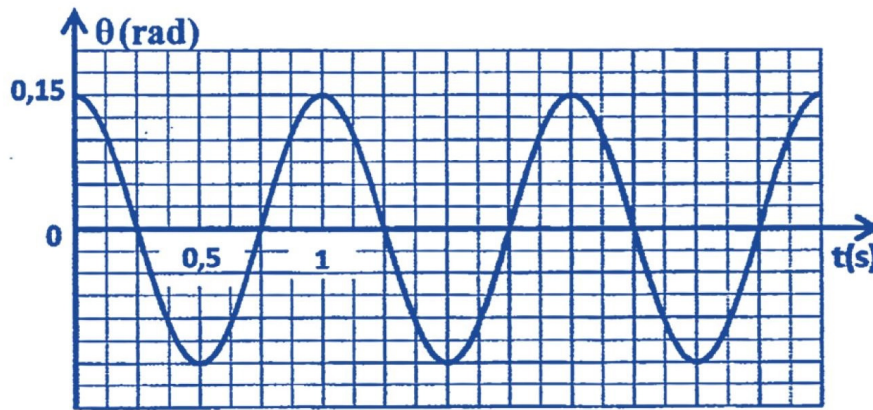
لحركة المجموعة المدروسة، في حالة التذبذبات الصغيرة، تكتب على الشكل:  $\ddot{\theta} + \left(\frac{C}{m.L^2} - \frac{g}{L}\right)\theta = 0$ .

1.2. باستعمال معادلة الأبعاد، حدد بُعد التعبير:  $\left(\frac{C}{m.L^2} - \frac{g}{L}\right)$ .

1.3. لكي يكون حل المعادلة التفاضلية السابقة على شكل  $\theta(t) = \theta_{\max} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$ ، يجب أن تأخذ ثابتة

للي  $C$  قيمة أكبر من قيمة دنيا  $C_{\min}$ . أوجد تعبير  $C_{\min}$  بدلالة  $L$  و  $m$  و  $g$ .

1.4. يمثل منحنى الشكل 2 تطور الأفصول الزاوي  $\theta(t)$  في حالة  $C > C_{\min}$ .



الشكل 2

1.4.1. حدد قيمة كل من الدور  $T$  والوسع  $\theta_{\max}$  والطور  $\varphi$  عند أصل التواريخ.

1.4.2. أوجد تعبير شدة الثقالة  $g$  بدلالة  $L$  و  $m$  و  $C$  و  $T$  ثم احسب قيمتها. (نأخذ  $\pi = 3,14$ )

### 2- الدراسة للطاقة

مكن وسيط معلوماتي ملائم من خط منحنى الشكل 3 الذي يمثل تغيرات الطاقة الحركية  $E_c$  للمجموعة

بدلالة الأفصول الزاوي  $\theta$  في حالة التذبذبات الصغيرة.

نختار المستوى الأفقي المار من  $B_0$  مرجعا لطاقة الوضع الثقالية  $E_{pp} = 0$  ونختار طاقة الوضع للي منعمة

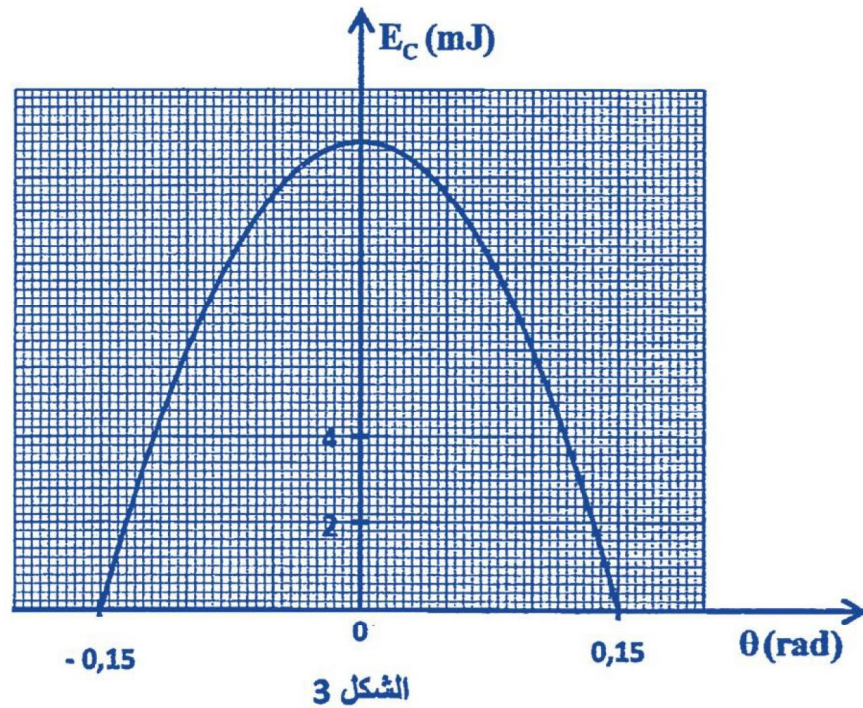
(  $E_p = 0$  ) عند  $\theta = 0$ .



- 1.4.1. حدد قيمة كل من الدور  $T$  والوسع  $\theta_{max}$  والطور  $\varphi$  عند أصل التواريخ.  
 1.4.2. أوجد تعبير شدة التقلالة  $g$  بدلالة  $L$  و  $m$  و  $C$  و  $T$  ثم احسب قيمتها. ( نأخذ  $\pi=3,14$  )

## 2- الدراسة الطاقية

مكن وسيط معلوماتي ملائم من خط منحنى الشكل 3 الذي يمثل تغيرات الطاقة الحركية  $E_c$  للمجموعة بدلالة الأفصول الزاوي  $\theta$  في حالة التذبذبات الصغيرة.  
 نختار المستوى الأفقي المار من  $B_0$  مرجعا لطاقة الوضع الثقالية  $E_{pp}=0$  ونختار طاقة الوضع للي منعدمة (  $E_p=0$  ) عند  $\theta=0$  .



باستغلال منحنى الشكل 3:

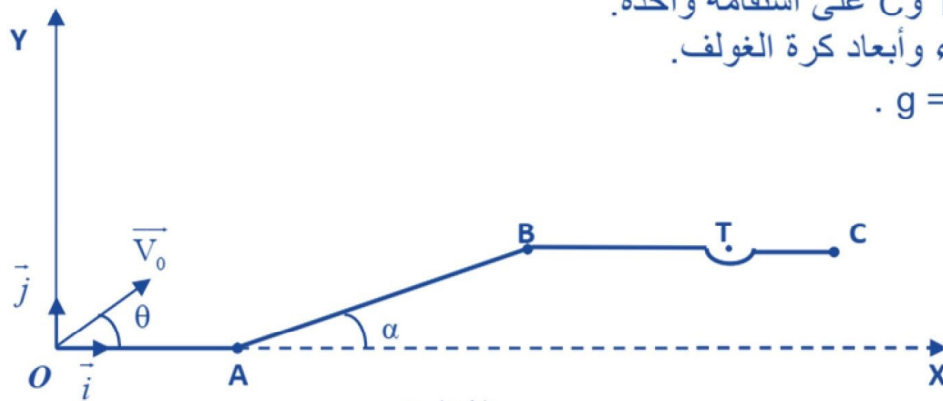
- 2.1. حدد قيمة الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للمجموعة المدروسة.  
 2.2. استنتج قيمة طاقة الوضع  $E_p$  للمجموعة في الموضع  $\theta_1=0,10\text{rad}$ .  
 2.3. أوجد القيمة المطلقة للسرعة الزاوية  $\dot{\theta}$  للمجموعة لحظة مرورها من الموضع  $\theta=0$ .

## الإمتحان الوطني - 2015 عادية

الجزء الأول: دراسة حركة كرة الغولف في مجال الثقالة المنتظم ( 3 نقط )

يتكون أحد مدارات ملعب الغولف من ثلاثة أجزاء:

- جزء أفقي OA طوله  $OA = 2,2 \text{ m}$  ،
  - جزء AB طوله  $AB = 4 \text{ m}$  ومائل بزاوية  $\alpha = 24^\circ$  بالنسبة للمستوى الأفقي ،
  - جزء BC أفقي به حفرة مركزها T يبعد عن النقطة B بالمسافة  $BT = 2,1 \text{ m}$  .
- توجد النقط B و T و C على استقامة واحدة .  
نهمل تأثير الهواء وأبعاد كرة الغولف .  
نأخذ  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  .

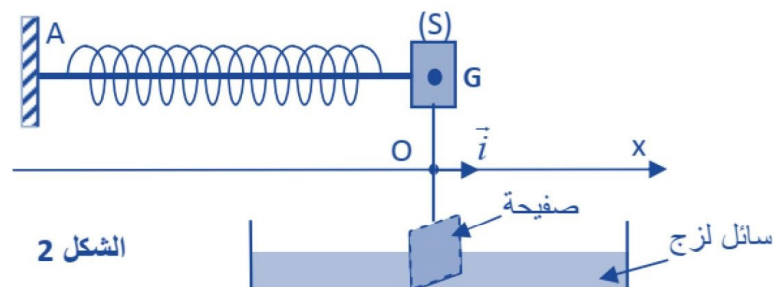


الشكل 1

- تتم دراسة حركة الكرة في المعلم  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  المرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا .  
عند اللحظة  $t = 0$ ، تم إرسال كرة الغولف من النقطة O نحو المركز T للحفرة بسرعة بدئية  $V_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$  .  
تكون المتجهة  $\vec{V}_0$  زاوية  $\theta = 45^\circ$  مع المحور الأفقي  $(Ox)$  . ( الشكل 1 )
- 1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلتين الزميتين  $x(t)$  و  $y(t)$  لحركة الكرة .
  - 2- استنتج معادلة مسار الكرة .
  - 3- حدد قيمة  $x_S$  أفصول قمة مسار الكرة .
  - 4- تحقق من أن الكرة تمر من النقطة T مركز الحفرة .

الجزء الثاني : دراسة متذبذب أفقي ( 2,5 نقط )

- ندرس في هذا الجزء تذبذبات مجموعة ميكانيكية (جسم صلب- نابض) في وضعية تكون فيها الاحتكاكات المائعة غير مهمة .  
نعتبر جسما صلبا (S)، كتلته  $m$  ومركز قصوره G ، مثبتا بطرف نابض كتلته مهمة ولفاته غير متصلة وصلابته  $K = 20 \text{ N.m}^{-1}$  . الطرف الآخر للنابض مرتبط في النقطة A بحامل ثابت .  
بواسطة ساق، نثبت صفيحة بالجسم (S) ثم نغمر جزءا منها في سائل لزج كما يبين الشكل 2 .



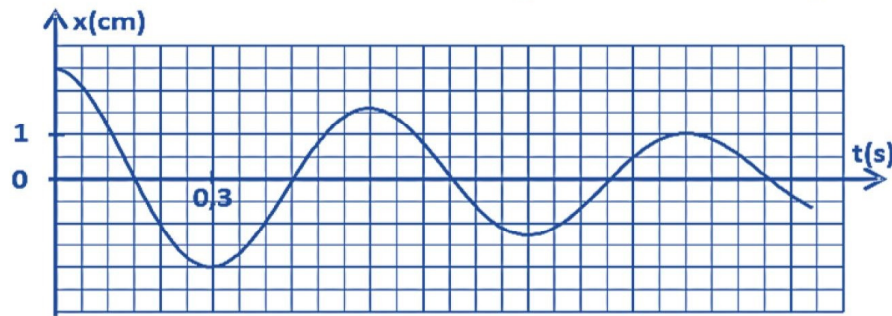
الشكل 2



# الإمتحانات الوطنية

## الميكانيك

- نهمل كتلة كل من الساق والصفحة أمام كتلة الجسم (S).
- نعلم موضع G عند اللحظة t بالأفصول x على المحور (Ox).
- يطابق أفصول  $G_0$  ، موضع G عند التوازن ، النقطة O أصل المحور (Ox).
- ندرس حركة G في معلم أرضي نعتبره غاليليا.
- نختار الموضع  $G_0$  مرجعا لطاقة الوضع المرنة للمتذبذب والمستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.
- يكون النابض غير مشوه عند التوازن.
- نزيح الجسم (S) بمسافة d عن موضع توازنه ثم نحرره بدون سرعة بدئية.
- مكن جهاز مسك معلوماتي مناسب من خط منحنى تغيرات أفصول مركز القصور G بدلالة الزمن، الشكل 3.



الشكل 3

- 1- أي نظام للتذبذب يبرزه المنحنى الممثل في الشكل 3 ؟
- 2- بحساب تغير طاقة الوضع المرنة للمتذبذب بين اللحظتين  $t_0 = 0$  و  $t_1 = 1,2 \text{ s}$  ، أوجد الشغل  $W(\vec{F})$  لقوة الارتداد التي يطبقها النابض بين هاتين اللحظتين.
- 3- حدّد تغير الطاقة الميكانيكية  $\Delta E_m$  للمجموعة بين اللحظتين  $t_0$  و  $t_1$  وأعط تفسيرا للنتيجة المحصل عليها.

## الإمتحان الوطني - 2015 إسدراكية

### الجزء الأول: دراسة حركة متزلج ( 3 نقط )

تحظى ممارسة رياضة التزلج في المنتجعات الجبلية باهتمام متزايد من طرف شباب المغرب ، نظرا لكون هذه الرياضة متكاملة تجمع بين المتعة والمغامرة...

يهدف هذا الجزء إلى دراسة حركة مركز قصور متزلج ولوازمه على حلبة للتزلج.

يمثل الشكل أسفله حلبة للتزلج تتكون من جزأين :

- جزء  $A'B'$  مستقيمي مائل بزاوية  $\alpha$  بالنسبة للمستوى الأفقي،
- جزء  $B'C'$  مستقيمي أفقي.

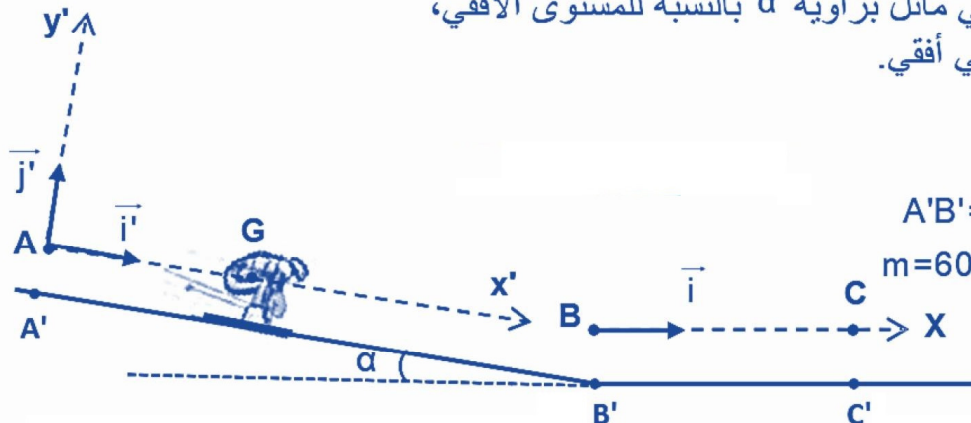
المعطيات:

-  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

- طول الجزء  $A'B'$  :  $A'B' = 80 \text{ m}$

- كتلة المتزلج ولوازمه :  $m = 60 \text{ kg}$

- زاوية الميل :  $\alpha = 18^\circ$



# الإمتحانات الوطنية

## الميكانيك

1. دراسة حركة المتزلج ولوازمه على الجزء المائل بدون احتكاك:  
ندرس حركة G مركز قصور المجموعة (S) المكونة من المتزلج ولوازمه في المعلم  $(A, \vec{i}', \vec{j}')$  المرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا.  
عند لحظة  $t=0$  نأخذها أصلا للتواريخ ، تنطلق المجموعة (S) بدون سرعة بدئية من موضع يكون فيه G منطبقا مع النقطة A .  
تتم حركة G على المستوى المائل AB حسب الخط الأكبر ميلا، حيث  $AB=A'B'$  .

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أوجد:

1.1. قيمة التسارع  $a_G$  لحركة مركز القصور G.

1.2. الشدة R للقوة التي يطبقها السطح المائل على المجموعة (S).

1.3. القيمة  $v_B$  لسرعة G في الموضع B .

2. دراسة حركة المتزلج ولوازمه على الجزء الأفقي باحتكاك:

تتم حركة G مركز قصور المجموعة (S) على الجزء BC ، حيث  $BC=B'C'$  .

ندرس حركة G في معلم غاليلي أفقي  $(B, \vec{i})$  مرتبط بالأرض ، نأخذ  $x_G=0$  عند لحظة  $t=0$  نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ.

تخضع المجموعة (S) خلال حركتها لنوعين من الاحتكاكات:

- احتكاكات التماس بين الجزء الأفقي  $B'C'$  والمجموعة (S)، نمذجها بقوة ثابتة  $\vec{f}_1 = -6. \vec{i}$  .

- احتكاكات ناتجة عن تأثير الهواء، نمذجها بالقوة  $\vec{f}_2 = -0,06.v^2. \vec{i}$  ، حيث  $v$  سرعة مركز القصور G.

2.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أثبت أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة  $v$  تكتب على شكل

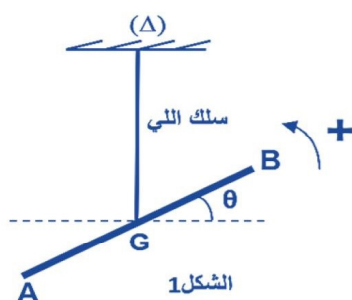
$$\frac{dv}{dt} + 10^{-3}.v^2 + 0,1 = 0$$

2.2. باعتماد الجدول أسفله وباستعمال طريقة أولير، احسب القيمتين  $a_{i+1}$  و  $v_{i+2}$  .

$t(s)$	$v(m.s^{-1})$	$a(m.s^{-2})$
$t_i = 0,4$	21,77	-0,57
$t_{i+1} = 0,8$	21,54	$a_{i+1}$
$t_{i+2} = 1,2$	$v_{i+2}$	-0,55

الجزء الثاني: دراسة مجموعة ميكانيكية متذبذبة (2,5 نقط)

يمكن نواس اللي من تحديد بعض المقادير الفيزيائية المميزة للمادة كثابتة اللي للمواد الصلبة القابلة للتشويه وعزم قصور المجموعات الميكانيكية المتذبذبة...  
ندرس بشكل مبسط كيفية تحديد ثابتة اللي لسلك فلزي وبعض المقادير الحركية والتحريرية باستغلال مخططات الطاقة لنواس اللي.



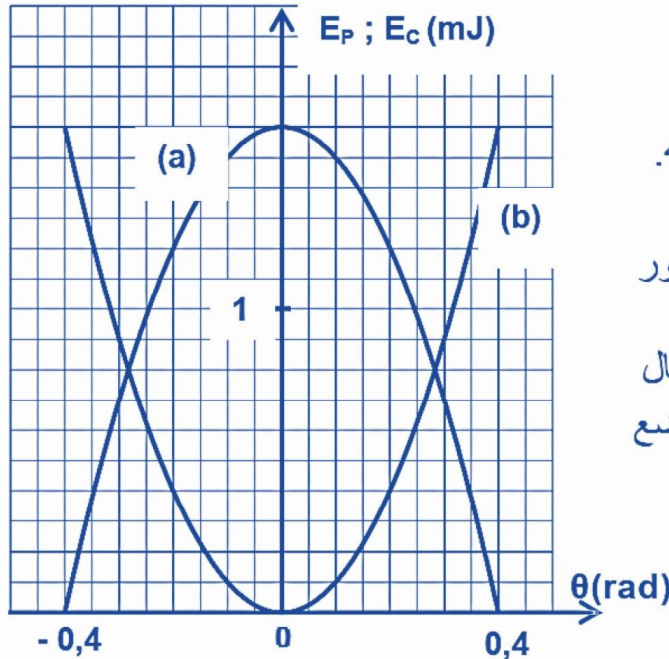
يتكون نواس اللي من سلك فلزي رأسي ثابتة ليّه C ومن قضيب AB متجانس، عزم قصوره  $J_A = 2,4.10^{-3} kg.m^2$  بالنسبة لمحور رأسي  $(\Delta)$  منطبق مع السلك ويمر من G مركز قصور القضيب. ندير القضيب AB أفقيا في المنحنى الموجب حول المحور  $(\Delta)$  بالزاوية  $\theta_m = 0,4 rad$  بالنسبة لموضع التوازن، ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة  $t=0$  نعتبرها أصلا للتواريخ .



نمعلم موضع القضيب في كل لحظة بأفصوله الزاوي  $\theta$  بالنسبة لموضع التوازن (الشكل 1).

ندرس حركة النواس في معلم مرتبط بالأرض نعتبره غاليليا.

نعتبر موضع التوازن مرجعا لطاقة الوضع للي والمستوى الأفقي المار من  $G$  مرجعا لطاقة الوضع الثقالية . نهمل جميع الاحتكاكات.



الشكل 2

يمثل المنحنيان (a) و (b) في الشكل 2 تغيرات طاقة

الموضع  $E_p$  للمتذبذب وطاقته الحركية  $E_c$  بدلالة  $\theta$ .

1. أقرن، معلا جوابك، كل منحنى بالطاقة الموافقة له.

2. حدد قيمة ثابتة اللي  $C$  للسلك الفلزي.

3. أوجد القيمة المطلقة للسرعة الزاوية  $\dot{\theta}_1$  لحظة مرور

المتذبذب من موضع أفصوله الزاوي  $\theta_1 = 0,2 \text{ rad}$ .

4. أحسب شغل عزم مزدوجة اللي  $W(M_C)$  عند انتقال

المتذبذب من موضع أفصوله الزاوي  $\theta = 0$  إلى موضع

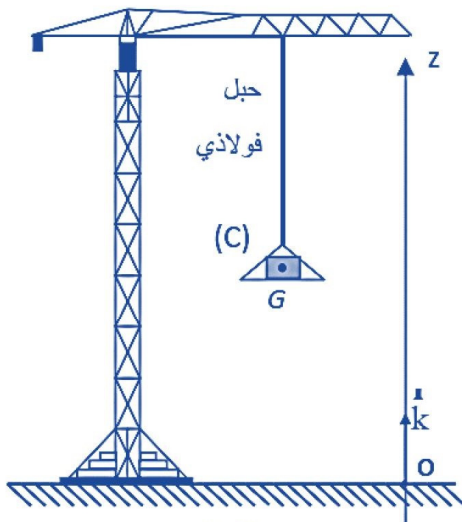
أفصوله الزاوي  $\theta_1$ .

## الإمتحان الوطني - 2014 عادية

الجزء الأول : دراسة حركة حمولة

تستعمل الرافعات في أورش البناء، لنقل الحمولات الثقيلة بواسطة أحبال فولاذية مرتبطة بأجهزة خاصة . يهدف هذا التمرين إلى دراسة الحركة الرأسية لحمولة ، ثم دراسة حركة السقوط الرأسي لجزء منها في الهواء .

نأخذ شدة الثقالة :  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ .



الشكل 1

### 1- حركة رفع الحمولة

بأحد أورش البناء، تم تصوير حركة حمولة  $(C)$  ، مركز قصورها  $G$

وكتلتها  $m = 400 \text{ kg}$  ، أثناء رفعها.

خلال الحركة ، يطبق الحبل الفولاذي على  $(C)$  قوة ثابتة متجهتها  $\vec{T}$  .

نهمل جميع الاحتكاكات .

ندرس حركة  $G$  في معلم  $(O, \vec{k})$  مرتبط بالأرض الذي نعتبره

غاليليا . ( الشكل 1 )

بعد معالجة شريط حركة (C) بواسطة برنم مناسب ، نحصل على المنحنى الممثل في الشكل 2 الذي يمثل السرعة  $v_G(t)$  .

1.1- حدد طبيعة حركة مركز القصور  $G$  في كل من المجالين الزمنيين :  $[0;3s]$  و  $[3s;4s]$  .

1.2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد شدة القوة  $\vec{T}$  التي يطبقها الحبل الفولاذي في كل من المجالين الزمنيين:  $[0;3s]$  و  $[3s;4s]$  .

2- السقوط الرأسى لجزء من الحمولة في الهواء :

تتوقف الحمولة عن الحركة عند ارتفاع معين . في لحظة  $t=0$  ، يسقط منها جزء (S) ، كتلته  $m_s = 30 \text{ kg}$  ، بدون سرعة بدئية .

ندرس حركة مركز القصور  $G_s$  للجزء (S) في المعلم  $(O, \vec{j})$

بحيث المحور  $\vec{Oy}$  موجه نحو الأسفل . (الشكل 3)

ينطبق موضع  $G_s$  مع أصل المحور  $\vec{Oy}$  عند أصل التواريخ .

ننمذج تأثير الهواء على الجزء (S) أثناء حركته بالقوة :  $\vec{f} = -k.v^2.\vec{j}$

حيث  $\vec{v}$  متجهة سرعة  $G_s$  عند لحظة  $t$  و  $k = 2,7$  في النظام العالمي للوحدات .

نهمل تأثير دافعة أرخميدس أمام القوى الأخرى المطبقة على (S) .

2.1- اعتمادا على معادلة الأبعاد ، حدد وحدة الثابتة  $k$  في النظام العالمي للوحدات .

2.2- أثبت أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة  $v$  تكتب كما يلي :

$$\frac{dv}{dt} + 9.10^{-2}.v^2 = 9,8$$

2.3- حدد السرعة الحدية  $V_{lim}$  للحركة .

2.4- علما أن سرعة مركز القصور  $G_s$  عند لحظة  $t_1$  هي  $v_1 = 2,75 \text{ m.s}^{-1}$  ، أوجد باعتماد طريقة أولير

سرعته  $v_2$  عند اللحظة  $t_2 = t_1 + \Delta t$  ، حيث خطوة الحساب هي  $\Delta t = 2,4.10^{-2} \text{ s}$  .

الجزء الثاني : الدراسة الطاقية لمجموعة متذبذبة (جسم صلب - نابض)

توجد النوابض في مجموعة من الأجهزة الميكانيكية المختلفة كالسيارات و الدراجات ... و ينتج عنها تذبذبات ميكانيكية .

يهدف هذا الجزء إلى الدراسة الطاقية لمجموعة ميكانيكية متذبذبة (جسم صلب - نابض) في وضع أفقي .

نعتبر متذبذبا ميكانيكيا أفقيا يتكون من جسم صلب (S) كتلته  $m$

و مركز قصوره  $G$  مثبت بطرف نابض لفاته غير متصلة

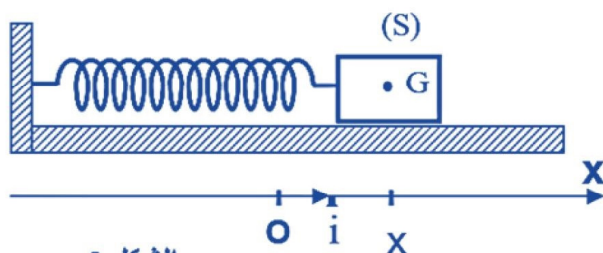
و كتلته مهملة وصلابته  $K = 10 \text{ N.m}^{-1}$  .

الطرف الآخر للنابض مرتبط بحامل ثابت .

ينزلق الجسم (S) بدون احتكاك فوق المستوى الأفقي .

ندرس حركة المتذبذب في معلم غاليلي  $(O, \vec{i})$  مرتبط

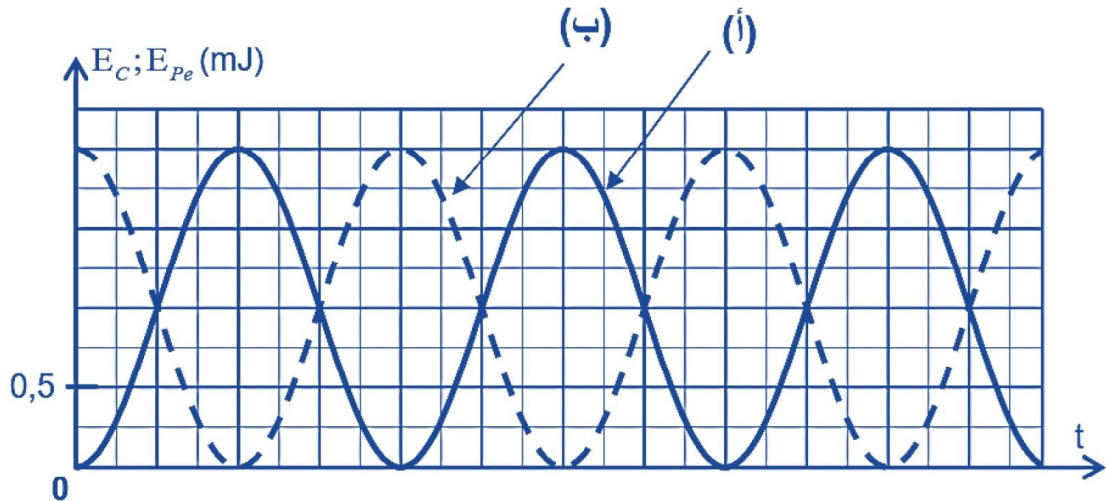
بالأرض وأصله منطبق مع موضع  $G$  عند توازن (S) .



الشكل 4



نمعلم موضع  $G$  عند لحظة  $t$  بالأفصول  $X$  . (الشكل 4)  
 نزيح الجسم  $(S)$  أفقيا عن موضع توازنه في المنحى الموجب بالمسافة  $X_0$  ونحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ .  
 نختار المستوى الأفقي المار من  $G$  مرجعا لطاقة الوضع الثقالية ، والحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة .  
 نحصل بواسطة عدة معلوماتية ملائمة على المنحنيين الممثلين لتغيرات كل من الطاقة الحركية  $E_c$  وطاقة الوضع المرنة  $E_{pe}$  للمجموعة المتذبذبة بدلالة الزمن . (الشكل 5)



الشكل 5

- 1- عيّن ، من بين المنحنيين (أ) و (ب) ، المنحني الذي يمثل تغيرات الطاقة الحركية  $E_c$  . علل الجواب .
- 2- حدد قيمة الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للمجموعة المتذبذبة .
- 3- استنتج قيمة المسافة  $X_0$  .
- 4- باعتماد تغير طاقة الوضع المرنة للمجموعة المتذبذبة ، أوجد الشغل  $W_{A \rightarrow O}(T)$  لقوة الارتداد  $\vec{T}$  المطبقة من طرف النابض على  $(S)$  عند انتقال  $G$  من موضع  $A$  أفصوله  $x_A = X_0$  إلى الموضع  $O$  .

## الإمتحان الوطني - 2014 إسدراكية

الجزء الأول ( 3,5 نقط ) : دراسة حركة كرة في مجال الثقالة المنتظم  
 تعد بطولة كاس العالم من أبرز المنافسات الرياضية التي يقيمها الاتحاد الدولي لكرة القدم ( الفيفا FIFA ) .  
 يهدف هذا الجزء إلى دراسة حركة كرة القدم في مجال الثقالة المنتظم.  
 خلال مباراة في كرة القدم، سدد أحد اللاعبين ضربة حرة مباشرة ( coup franc ) انطلاقا من نقطة  $O$  قصد تسجيل الهدف دون أن تصطدم الكرة خلال مسارها بجدار مكوّن من بعض لاعبي الفريق الخصم.  
 توجد النقطة  $O$  على المسافة  $L$  من خط المرمى وعلى المسافة  $D$  من الجدار ذي ارتفاع أقصى  $h_m$  . (الشكل 1)

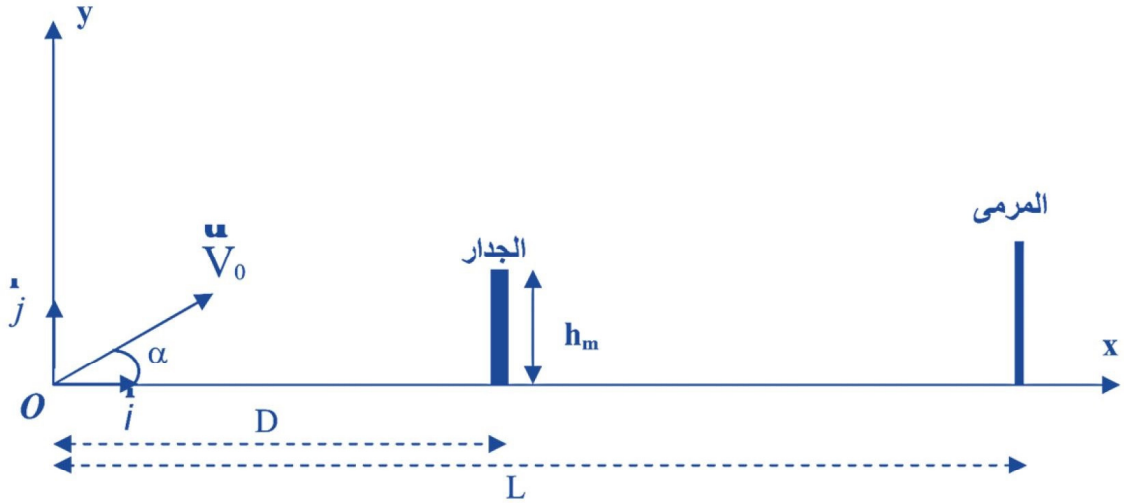
معطيات:

- نهمل تأثير الهواء و أبعاد الكرة أمام جميع المسافات .
- نأخذ شدة الثقالة  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  .
- $D = 9,2 \text{ m}$  ،  $h_m = 2,2 \text{ m}$  ،  $L = 20 \text{ m}$  .

# الإمتحانات الوطنية

## الميكانيك

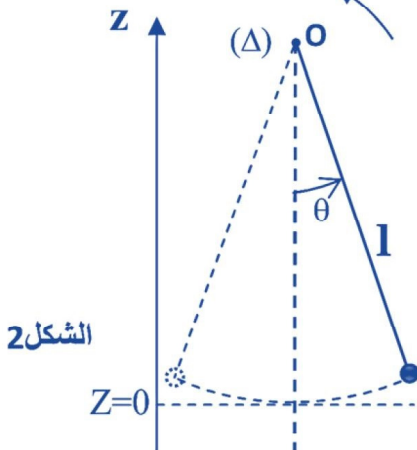
عند اللحظة  $t = 0$  ، أرسل اللاعب الكرة من النقطة  $O$  بسرعة بدئية  $\vec{V}_0$  تكون زاوية  $\alpha = 32^\circ$  مع الخط الأفقي و منظما  $V_0 = 16 \text{ m.s}^{-1}$  .  
ندرس حركة الكرة في معلم أرضي متعامد و ممنظم  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  نعتبره غاليليا .



الشكل 1

- 1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أثبت المعادلتين الزميتين  $x(t)$  و  $y(t)$  لحركة الكرة .
  - 2- استنتج معادلة مسار حركة الكرة في المعلم  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  .
  - 3- تحقق أن الكرة تمر فوق الجدار .
  - 4- حدد قيمة السرعة  $V$  للكرة لحظة دخولها المرمى .
- الجزء الثاني ( 2,5 نقط ) : دراسة طاقة لحركة نواس بسيط
- استعملت أستاذة مع تلاميذها نواسا بسيطا مكونا من :
- خيط غير قابل للامتداد طوله  $l$  وكتلته مهملة .
  - كرية أبعادها مهملة وكتلتها  $m = 0,1 \text{ kg}$  .
  - كاميرا رقمية وعدة معلوماتية ملائمة .

عند اللحظة  $t = 0$  ، أزاح أحد التلاميذ الكرية بزاوية صغيرة  $\theta_m$  عن موضع توازنها المستقر ثم حررها بدون سرعة بدئية . وقامت تلميذة بتصوير الكرية خلال حركتها بواسطة الكاميرا .  
تمت حركة النواس في مستوى رأسي حول محور أفقي  $(\Delta)$  ثابت يمر من الطرف  $O$  للخيط .  
يمثل  $\theta$  الأفصول الزاوي للنواس عند لحظة  $t$  . (الشكل 2) .

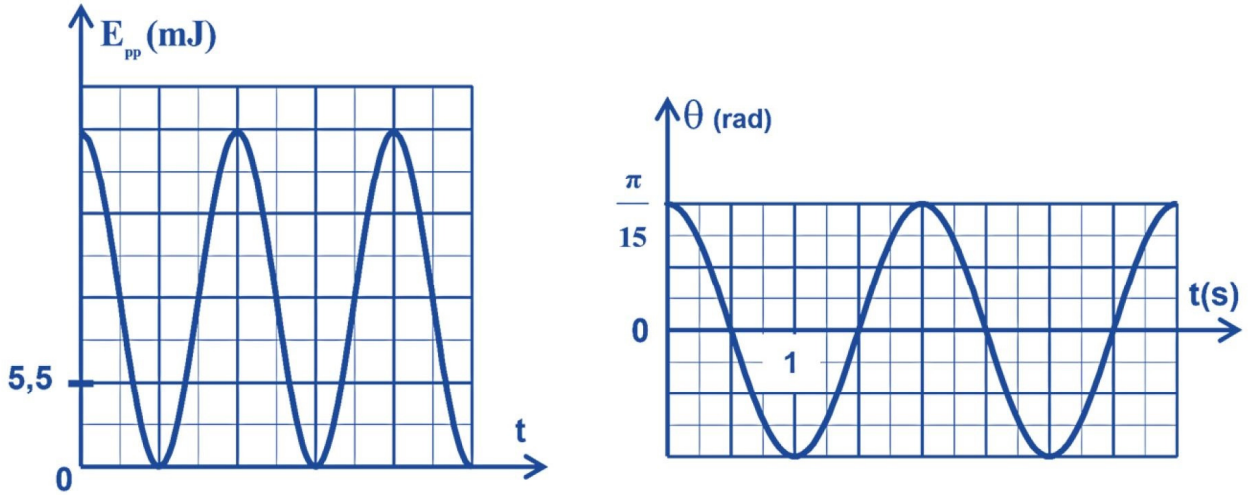


### المعطيات :

- جميع الاحتكاكات مهملة .
- شدة الثقالة  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  .
- تم اختيار المستوى الأفقي المار من موضع الكرية عند التوازن المستقر للنواس أصلا لطاقة الوضع الثقالية  $E_{pp}$  .



تمت دراسة حركة النواس في معلم أرضي نعتبره غاليليا. عالجت الأستاذة معطيات الفيلم المسجل مستعينة بالعدة المعلوماتية ، فحصلت على المنحنيين الممثلين في الشكل 3 واللذين يمثلان تغيرات الأفصول الزاوي  $\theta$  وطاقة الوضع الثقالية  $E_{pp}$  بدلالة الزمن .



الشكل 3

- 1- حدد مبيانيا الزاوية القصوى  $\theta_m$  والدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب.
- 2- من بين التعبيرين التاليين :  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$  و  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  ، اختر التعبير الصحيح للدور الخاص معتمدا على معادلة الأبعاد .
- 3- احسب الطول  $l$  للنواس المدروس.
- 4- باستغلال المخطط الطاقى حدد :
  - 4.1- الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للنواس البسيط .
  - 4.2- القيمة المطلقة للسرعة الخطية للكرية لحظة مرورها من موضع توازنها المستقر .

## الإمتحان الوطني - 2013 عادية

### الجزء الأول : دراسة حركة مركز قصور كرة ( 3,75 نقط )

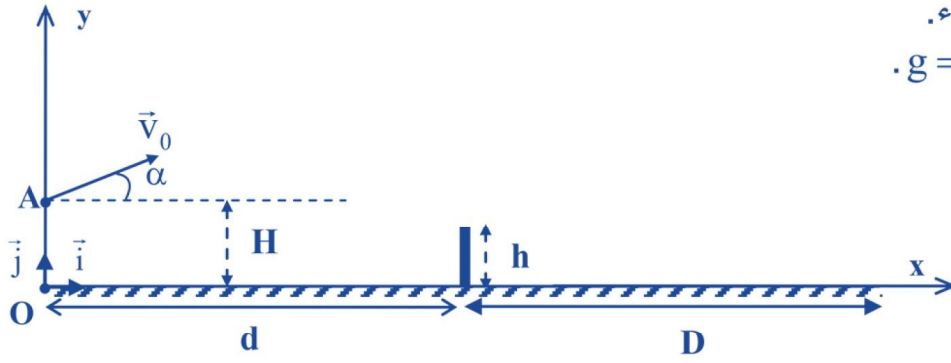
قام أحد التلاميذ ، خلال مباراة في الكرة الطائرة ، بتصوير شريط فيديو لحركة الكرة ابتداء من لحظة إنجاز إرسال (service) من موضع A على ارتفاع  $H$  من سطح الأرض . يوجد اللاعب الذي أنجز الإرسال على مسافة  $d$  من الشبكة . ( أنظر الشكل 1 )

ليكون الإرسال مقبولا ، يجب على الكرة تحقيق الشرطين التاليين معا :

- أن تمر من فوق الشبكة التي يوجد طرفها العلوي على ارتفاع  $h$  من سطح الأرض .
- أن تسقط في مجال الخصم الذي طوله  $D$  .

# الإمتحانات الوطنية

## الميكانيك



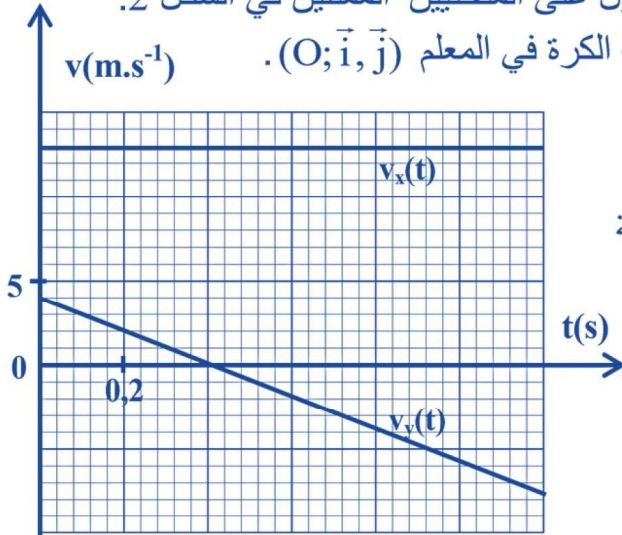
الشكل 1

- نهمل أبعاد الكرة وتأثير الهواء.
- نأخذ شدة الثقالة :  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

- .  $H = 2,60 \text{ m}$
- .  $d = D = 9 \text{ m}$
- .  $h = 2,50 \text{ m}$

ندرس حركة الكرة في معلم متعامد وممنظم  $(O; \vec{i}, \vec{j})$  مرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا . تكون الكرة ، عند أصل التواريخ ، منطبقة مع النقطة A . تُكوّن متجهة السرعة البدئية  $\vec{V}_0$  زاوية  $\alpha$  مع الخط الأفقي ( الشكل 1 ) .

بعد معالجة الشريط المصوّر بواسطة برنم مناسب ، تم الحصول على المنحنيين الممثلين في الشكل 2 .



الشكل 2

- 1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أثبت تعبير  $v_x(t)$  بدلالة  $V_0$  و  $\alpha$  وتعبير  $v_y(t)$  بدلالة  $V_0$  و  $\alpha$  و  $g$  و  $t$  .
- 2- باستغلال المنحنيين ( الشكل 2 ) ، بيّن أن قيمة السرعة البدئية هي  $V_0 \approx 13,6 \text{ m.s}^{-1}$  وأن الزاوية  $\alpha$  هي  $\alpha \approx 17^\circ$  .
- 3- أوجد معادلة مسار G في المعلم  $(O; \vec{i}, \vec{j})$  .
- 4- علما أنه لم يعترض الكرة أي لاعب ، هل حققت الكرة الشرطين اللازمين لقبول الإرسال ؟ علل الجواب .

الجزء الثاني : دراسة طاقة لحركة نواس اللي (2,25 نقط)

تعتمد مجموعة من أجهزة القياس ، كنواس كافانديش وجهاز الغالفانومتر ، في اشتغالها على خاصية اللي حيث تدخل في تركيبها أسلاك حلزونية أو أسلاك مستقيمة .

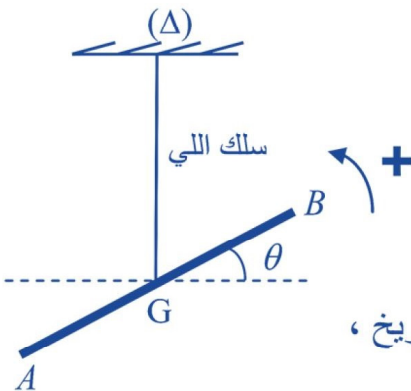
نعتبر نواس ليّ مكون من سلك فولاذي رأسي ثابتة ليه C وقضيب AB متجانس معلق بالطرف الحر للسلك في مركز قصوره G . ( الشكل 1 )

نرمز بـ  $J_\Delta$  لعزم قصور القضيب بالنسبة لمحور الدوران  $(\Delta)$  المنطبق مع سلك اللي .

ندير القضيب AB حول المحور  $(\Delta)$  في المنحى الموجب بزاوية  $\theta_m$  عن موضع توازنه ، ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ ، فينجز حركة دوران جيبية .

ندرس النواس في معلم غاليلي مرتبط بالأرض .

نمعلم موضع القضيب في كل لحظة بأفصوله الزاوي  $\theta$  بالنسبة لموضع التوازن .



الشكل 1

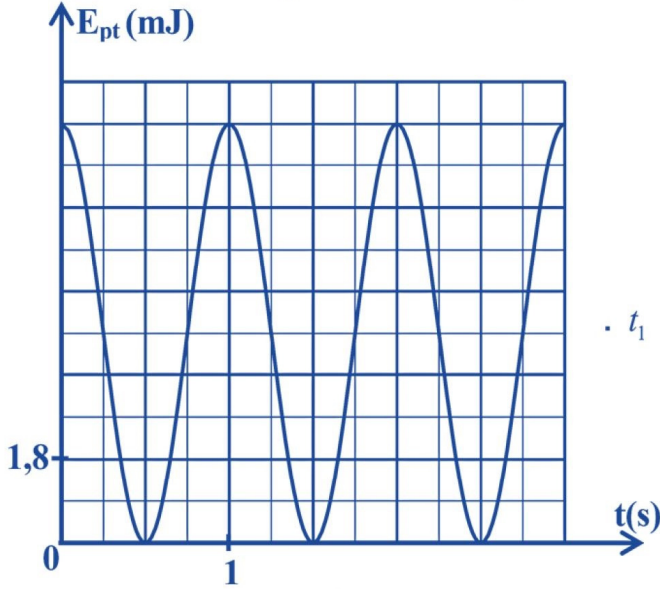


# الإمتحانات الوطنية

## الميكانيك

نعتبر موضع التوازن موضعاً مرجعياً لطاقة الوضع للي ، (  $E_{pt} = 0$  عند الموضع  $\theta = 0$  ) ، والمستوى الأفقي المار من G مرجعاً لطاقة الوضع الثقالية (  $E_{pp} = 0$  ).

نعطي : عزم القصور للقضيب AB بالنسبة لمحور الدوران  $(\Delta)$  :  $J_{\Delta} = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ kg.m}^2$  .



الشكل 2

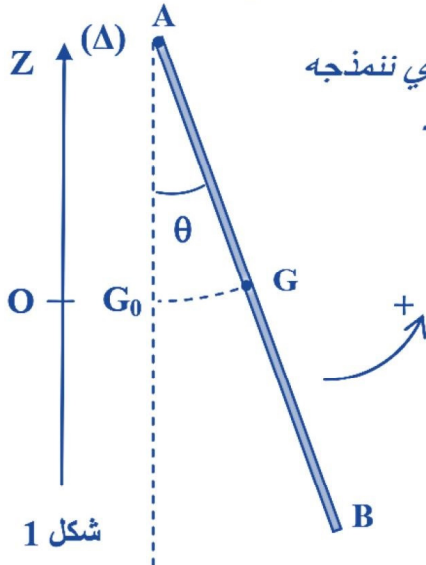
يمثل المنحنى الوارد في الشكل 2 تغيرات طاقة الوضع للي  $E_{pt}$  بدلالة الزمن . بالاستعانة بهذا المنحنى :

- 1- حدد الطاقة الميكانيكية  $E_m$  لهذا النواس .
- 2- أوجد القيمة المطلقة للسرعة الزاوية  $\dot{\theta}$  للنواس عند اللحظة  $t_1 = 0,5 \text{ s}$  .
- 3- أحسب الشغل  $W$  لمزدوجة اللي بين اللحظتين :  $t_0 = 0$  و  $t_1$  .

## الإمتحان الوطني - 2013 إسدراكية

استعمل الإنسان الساعة منذ القديم لقياس الزمن ، فاخترع أنواعاً مختلفة من الساعات مثل: الساعة الشمسية والساعة المائية و الساعة الرملية ... إلى أن جاء العالم هويجنس Huygens الذي صنع أول ساعة حائطية سنة 1657 ميلادية .

يعتمد هذا النوع من الساعات في اشتغاله أساساً على رقاص الساعة الذي ننمذجه في هذه الدراسة بنواس وازن ينجز تذبذبات صغيرة حرة بدون احتكاك .



شكل 1

يتكون النواس المدروس من عارضة متجانسة AB ، كتلتها  $m = 0,203 \text{ kg}$  وطولها  $AB = \ell = 1,5 \text{ m}$  ، يمكنها الدوران في مستوى رأسي حول محور أفقي  $(\Delta)$  ثابت يمر من طرفها A ( الشكل 1 ) .

ندرس حركة النواس في معلم مرتبط بمراجع أرضي نعتبره غاليليا . معلم ، في كل لحظة ، موضع النواس بأفصوله الزاوي  $\theta$  .

نعطي عزم قصور العارضة بالنسبة للمحور  $(\Delta)$  :  $J_{\Delta} = \frac{1}{3} m \cdot \ell^2$  .

نقبل في حالة التذبذبات الصغيرة أن :  $\sin \theta \approx \theta$  حيث  $\theta$  بالراديان . نرمز لشدة الثقالة بالحرف  $g$  .

نزيج النواس الوازن عن موضع توازنه المستقر بزاوية صغيرة  $\theta_m$  في المنحى الموجب ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ .

### 1- الدراسة التحريكية للنواس الوازن

- 1.1- بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران ، أثبت المعادلة التفاضلية لحركة النواس .
- 1.2- حدد طبيعة حركة النواس الوازن واكتب تعبير المعادلة الزمنية  $\theta(t)$  بدلالة  $t$  و  $\theta_m$  والدور الخاص  $T_0$  .

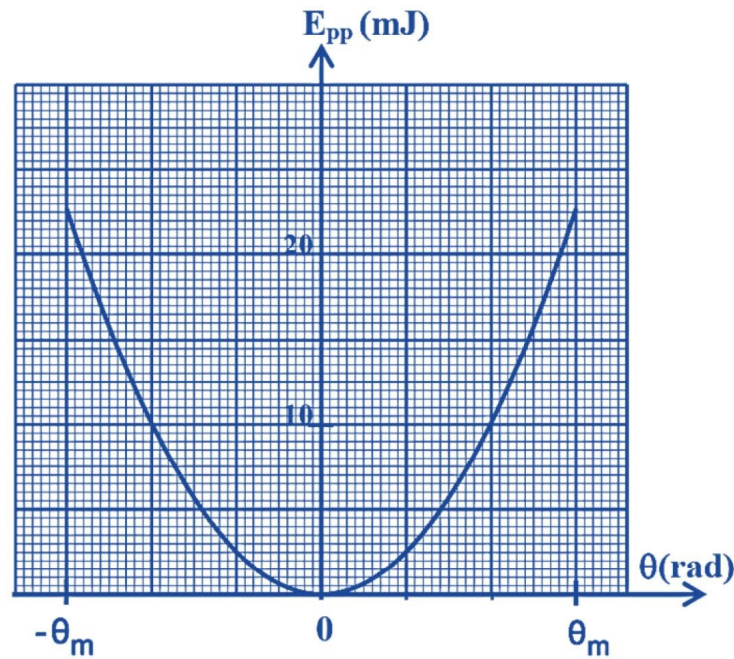
1.3- بين أن تعبير الدور الخاص  $T_0$  لهذا النواس هو:  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$  .

1.4- أحسب الطول  $L$  للنواس البسيط المتواقت للنواس الوازن المدروس .

### 2- الدراسة الطاقية للنواس الوازن

نختار المستوى الأفقي المار من النقطة  $G_0$  ، موضع مركز القصور  $G$  للعارضة  $AB$  عند التوازن المستقر ، مرجعا لطاقة الوضع الثقالية  $(E_{pp}(0) = 0)$  .

يمثل الشكل 2 منحنى تغير طاقة الوضع الثقالية  $E_{pp}(\theta)$  للنواس المدروس في المجال  $[-\theta_m, \theta_m]$  .



الشكل 2

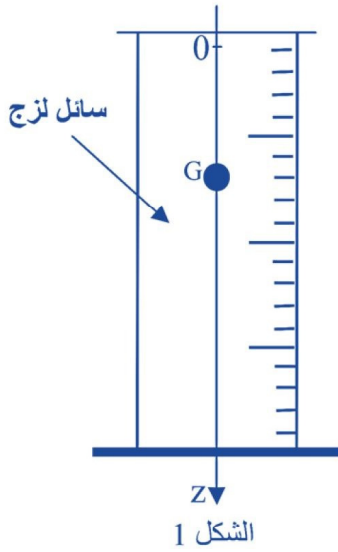
باستغلال المخطط الطاقى :

2.1- حدد قيمة الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للنواس .

2.2- أوجد القيمة المطلقة للسرعة الزاوية  $\dot{\theta}$  للنواس عند مروره من موضع أفصوله الزاوي  $\theta = \frac{2}{3}\theta_m$  .



## الإمتحان الوطني - 2012 عادية



نملاً أنبوباً مدرجاً بسائل لزج وشفاف كتلته الحجمية  $\rho$  ثم نُسقط فيه كرية متجانسة كتلتها  $m$  ومركز قصورها  $G$  بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t=0$ . ندرس حركة  $G$  بالنسبة لمعلم أرضي نعتبره غاليليا .

نمعلم موضع  $G$  عند لحظة  $t$  بالأنسوب  $z$  على محور  $\vec{Oz}$  رأسي موجّه نحو الأسفل (الشكل 1).

نعتبر أن موضع  $G$  منطبق مع أصل المحور  $\vec{Oz}$  عند أصل التواريخ وأن دافعة أرخميدس  $\vec{F}$  غير مهمة بالنسبة لباقي القوى المطبقة على الكرية.

ننمذج تأثير السائل على الكرية أثناء الحركة بقوة احتكاك  $\vec{f} = -k\vec{v}_G$  ، حيث  $\vec{v}_G$  متجهة سرعة  $G$  عند لحظة  $t$  و  $k$  معامل ثابت موجب .

**المعطيات :**

- شعاع الكرية :  $r = 6,00 \cdot 10^{-3} m$  ؛

- كتلة الكرية :  $m = 4,10 \cdot 10^{-3} kg$  .

نذكر أن شدة دافعة أرخميدس تساوي شدة وزن الحجم المزاح للسائل.

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بيّن أن المعادلة التفاضلية لحركة  $G$  تكتب على الشكل  $\frac{dv_G}{dt} + A \cdot v_G = B$

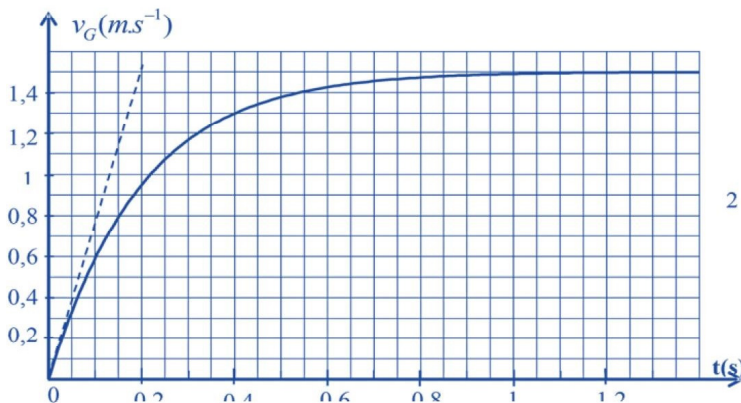
محدّدا تعبير  $A$  بدلالة  $k$  و  $m$  وتعبير  $B$  بدلالة شدة الثقالة  $g$  و  $m$  و  $\rho$  و  $V$  حجم الكرية.

2- تحقق أن التعبير  $v_G(t) = \frac{B}{A} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  حل للمعادلة التفاضلية ، حيث  $\tau = \frac{1}{A}$  الزمن المميز للحركة .

3- اكتب تعبير السرعة الحدية  $V_{lim}$  لمركز قصور الكرية بدلالة  $A$  و  $B$  .

4- نحصل بواسطة عدة معلوماتية ملائمة على منحنى الشكل 2 ، الذي يمثل تغير السرعة  $v_G$  بدلالة الزمن ؛

حدد مبيانيا قيمتي  $V_{lim}$  و  $\tau$  .



# الإمتحانات الوطنية

## الميكانيك

- 5- أوجد قيمة المعامل  $k$  .
- 6- يتغير المعامل  $k$  مع شعاع الكرية و معامل اللزوجة  $\eta$  للسائل وفق العلاقة التالية :  $k = 6\pi\eta r$  . حدد قيمة  $\eta$  للسائل المستعمل في هذه التجربة .
- 7- تكتب المعادلة التفاضلية لحركة G كالتالي :  $\frac{dv_G}{dt} = 7,57 - 5 v_G$  ؛ باعتماد طريقة أولير ومعطيات الجدول أوجد قيمتي  $a_1$  و  $v_2$  .

t (s)	v ( m.s <sup>-1</sup> )	a (m.s <sup>-2</sup> )
0	0	7,57
0,033	0,25	$a_1$
0,066	$v_2$	5,27

## الإمتحان الوطني - 2012 إسدراكية

يعتبر كوكب المشتري (Jupiter) أكبر كواكب المجموعة الشمسية ، ويمثل لوحده عالما مصغرا داخل هذه المجموعة، حيث يدور في فلكه حوالي ستة و ستون قمرا طبيعيا. يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة المشتري حول الشمس وتحديد بعض المقادير الفيزيائية المميزة له.

### المعطيات :

- كتلة الشمس :  $M_s = 2.10^{30} \text{ kg}$  ؛
  - ثابتة التجاذب الكوني :  $G = 6,67.10^{-11} \text{ (SI)}$  ؛
  - دور حركة المشتري حول الشمس :  $T_J = 3,74.10^8 \text{ s}$  .
- نعتبر أن للشمس وللمشتري تماثلا كرويا لتوزيع الكتلة ونرمز لكتلة المشتري بالرمز  $M_J$  . نهمل أبعاد كوكب المشتري أمام المسافة الفاصلة بينه وبين مركز الشمس ، كما نهمل جميع القوى الأخرى المطبقة عليه أمام قوة التجاذب الكوني بينه وبين الشمس .

### 1- تحديد شعاع مسار حركة المشتري وسرعته

نعتبر أن حركة كوكب المشتري في المرجع المركزي الشمسي دائرية شعاع مسارها  $r$  .

1.1- اكتب تعبير شدة قوة التجاذب الكوني بين الشمس والمشتري بدلالة  $M_J$  و  $M_s$  و  $G$  و  $r$  .

1.2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

1.2.1- اكتب إحداثيتي متجهة التسارع في أساس فريني ، واستنتج أن حركة المشتري حركة دائرية منتظمة .

1.2.2- بين أن القانون الثالث لكيبلر يكتب كما يلي  $\frac{T_J^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_s}$  .



# الإمتحانات الوطنية

## الميكانيك

1.3- تحقق أن  $r \approx 7,8.10^{11} \text{ m}$ .

1.4- أوجد قيمة السرعة  $v$  للمشتري خلال دورانه حول الشمس .

### 2- تحديد كتلة المشتري

نعتبر أن القمر "إيو"  $Io$  ، أحد أقمار كوكب المشتري التي اكتشفها العالم غاليلي ، يوجد في حركة دائرية منتظمة حول مركز المشتري شعاعها  $r' = 4,2.10^8 \text{ m}$  و دورها  $T_{Io} = 1,77 \text{ jours}$  .  
 نهمل أبعاد "إيو" أمام باقي الأبعاد كما نهمل جميع القوى الأخرى المطبقة عليه أمام قوة التجاذب الكوني بينه وبين المشتري .  
 بدراسة حركة القمر "إيو" في مرجع أصله منطبق مع مركز المشتري الذي نعتبره غاليليا ، حدد الكتلة  $M_J$  للمشتري .

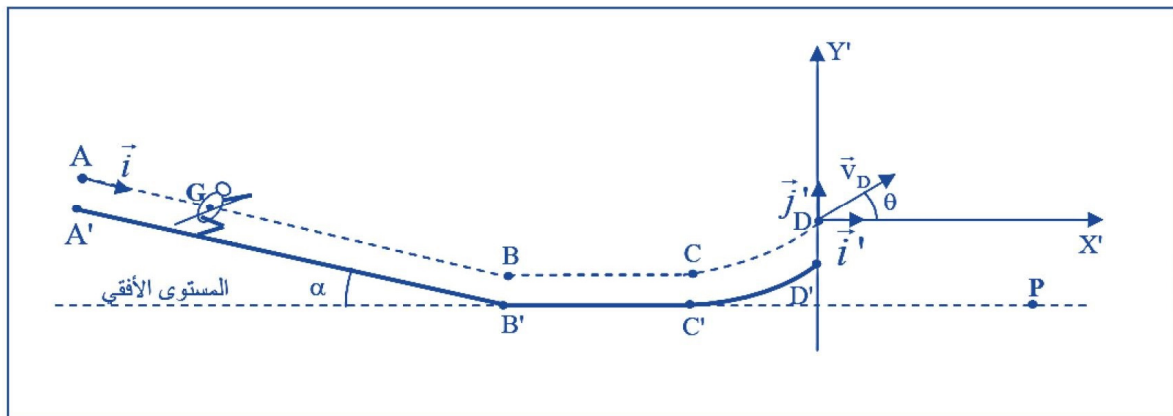
## الإمتحان الوطني - 2011 عادية

### دراسة حركة رياضي في مجال الثقالة المنتظم

تعتبر رياضة التزلج على الجليد من الرياضات الشتوية الأكثر انتشارا في المناطق الجبلية، حيث يسعى ممارسوا هذه الرياضة إلى تحقيق نتائج إيجابية وتحطيم أرقام قياسية.  
 يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة رياضي يمارس التزلج على الجليد على مسارات مختلفة .

تتكون حلبة التزلج الممثلة في الشكل أسفله من ثلاثة أجزاء :

- جزء  $A'B'$  مستقيمي طوله  $A'B' = 82,7 \text{ m}$  مائل بالزاوية  $\alpha = 14^\circ$  بالنسبة للمستوى الأفقي.
- جزء  $B'C'$  مستقيمي أفقي طوله  $L = 100 \text{ m}$  .
- جزء  $C'D'$  دائري .



ننمذج الرياضي ولوازمه بجسم صلب (S) كتلته  $m = 65 \text{ kg}$  ومركز قصوره  $G$ ، ونأخذ  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ . يمر  $G$  أثناء حركته من المواضع  $A$  و  $B$  و  $C$  و  $D$  المبينة في الشكل، حيث  $A'B' = AB$  و  $B'C' = BC$  .

### 1. دراسة الحركة على الجزء $A'B'$

عند اللحظة  $t=0$  ، ينطلق  $G$  من الموضع  $A$  بدون سرعة بدئية ، فينزل الجسم (S) بدون احتكاك على الجزء  $A'B'$  .

# الإمتحانات الوطنية

## الميكانيك

نمعلم موضع  $G$  عند لحظة  $t$  بالأفصول  $x$  في المعلم  $(A, \vec{i})$  ونعتبر أن  $x_G = 0$  عند  $t=0$ .

1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أوجد تعبير التسارع  $a_G$  لحركة  $G$  بدلالة  $g$  و  $\alpha$ . (0,75 ن)

1.2. حدد معللا جوابك طبيعة حركة  $G$  على هذا الجزء . (0,25 ن)

1.3. اعتمادا على المعادلات الزمنية للحركة ، أوجد القيمة  $v_B$  لسرعة  $G$  عند مروره من الموضع  $B$ . (0,75 ن)

2. دراسة الحركة على الجزء  $B'C'$

يواصل الجسم  $(S)$  حركته على الجزء  $B'C'$  حيث يخضع لاحتكاك نمذج به بقوة  $\vec{f}$  ثابتة و مماسة للمسار ومعاكسة لمنحى الحركة.

نعتبر أن قيمة سرعة  $G$  في الموضع  $B$  لا تتغير عند انتقال الجسم  $(S)$  من المستوى المائل إلى المستوى الأفقي.

لدراسة حركة  $G$  على هذا الجزء ، نختار معلما أفقيا أصله منطبق مع النقطة  $B$  واللحظة التي يمر فيها  $G$  بهذه النقطة أصلا جديدا للتواريخ .

2.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، حدد طبيعة حركة  $G$  على المسار  $BC$ . (0,5 ن)

2.2. أوجد تعبير الشدة  $f$  لقوة الاحتكاك بدلالة  $m$  و  $L$  و  $v_B$  و  $v_C$  سرعة  $G$  عند مروره من الموضع  $C$

ثم أحسب  $f$  . نعطي :  $v_C = 12 \text{ m.s}^{-1}$ . (1 ن)

3. دراسة الحركة في مجال الثقالة المنتظم

عند مغادرة الجسم  $(S)$  الحلبة ، يمر  $G$  من الموضع  $D$  عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ، بسرعة  $\vec{v}_D$  تكون الزاوية  $\theta = 45^\circ$  مع المستوى الأفقي ، فيسقط الجسم  $(S)$  في موضع  $P$ .

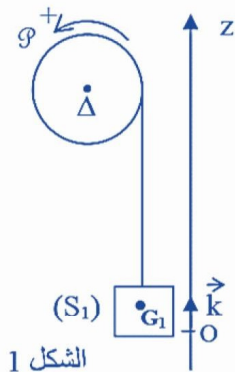
ندرس حركة  $G$  في المعلم الغاليلي  $(D, \vec{i}', \vec{j}')$  ونهمل تأثير الهواء أثناء الحركة.

3.1. أوجد التعبير الحرفي للمعادلتين الزمنيتين  $x(t)$  و  $y(t)$  لحركة  $G$  واستنتج التعبير الحرفي لمعادلة المسار. (1,25 ن)

3.2. حدد سرعة  $v_D$  عند مغادرته الموضع  $D$ ، علما أن إحداثيتي  $G$  لما يكون الجسم  $(S)$  في الموضع  $P$  هما  $x_G = 15 \text{ m}$  و  $y_G = -5 \text{ m}$ . (1 ن)

## الإمتحان الوطني - 2011 إسدراكية

يهدف هذا التمرين إلى دراسة وضعيتين ميكانيكيتين مستقلتين. نهمل جميع الاحتكاكات ونأخذ  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .



الشكل 1

### الوضعية الأولى :

تلعب البكرة دورا أساسيا في مجموعة من الآلات الميكانيكية والكهرميكانيكية ، من بينها رافعة الحمولات التي لا يستطيع الإنسان رفعها يدويا أو بوسائل بدائية. نمذج رافعة ببكرة  $(P)$  متجانسة شعاعها  $r = 20 \text{ cm}$  قابلة للدوران حول محور أفقي  $(\Delta)$  ثابت منطبق مع محور تماثلها ، وجسم صلب  $(S_1)$  كتلته  $m_1 = 50 \text{ kg}$  مرتبط بالبكرة  $(P)$  بواسطة خيط غير مدود كتلته مهملة يمر في مجرى البكرة ولا ينزلق عليها أثناء الحركة .

يرمز  $J_\Delta$  لعزم قصور البكرة  $(P)$  بالنسبة لمحور الدوران  $\Delta$ .



# الإمتحانات الوطنية

## الميكانيك

تدور البكرة (P) تحت تأثير محرك يطبق عليها مزدوجة محركة عزمها ثابت  $M=104,2 \text{ m.N}$  ، فينتقل الجسم ( $S_1$ ) بدون سرعة بدئية نحو الأعلى.

نمعلم حركة مركز القصور  $G_1$  للجسم ( $S_1$ ) عند لحظة  $t$  بالأنسوب  $z$  في المعلم  $(O, \vec{k})$  الذي نعتبره غاليليا (الشكل 1).

يكون  $G_1$  منطبقا مع أصل المعلم  $O$  عند اللحظة  $t_0 = 0$ .

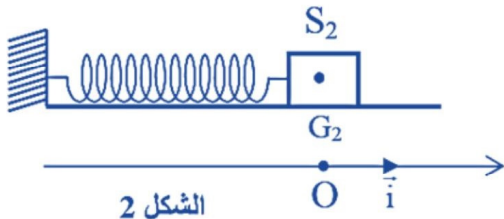
1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن والعلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران على المجموعة (بكرة -

( $S_1$  - خيط) ، بيّن أن تعبير التسارع  $a_{G_1}$  لحركة  $G_1$  هو :  $a_{G_1} = \frac{M.r - m_1.g.r^2}{m_1.r^2 + J_\Delta}$  . (1,5 ن)

1.2. مكنت الدراسة التجريبية لحركة  $G_1$  من الحصول على المعادلة الزمنية  $z = 0,2t^2$  ، حيث  $z$  بالمتري و  $t$  بالثانية. حدد عزم القصور  $J_\Delta$  . (0,75 ن)

### الوضعية الثانية :

نربط جسما صلبا ( $S_2$ ) ، كتلته  $m_2 = 182 \text{ g}$  ، بنابض لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته  $K$  ، ونثبت الطرف الآخر للنابض بحامل ثابت (الشكل 2).



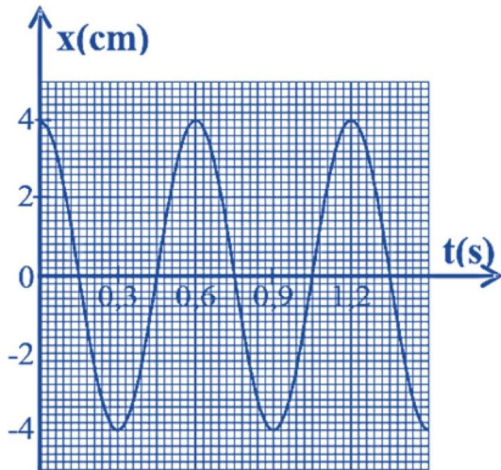
الجسم ( $S_2$ ) قابل للانزلاق على مستوى أفقي. نزيح الجسم ( $S_2$ ) عن موضع توازنه بالمسافة  $X_m$  ثم نحرره بدون سرعة بدئية.

لدراسة حركة مركز القصور  $G_2$  للجسم ( $S_2$ ) ، نختار معلما غاليليا  $(O, \vec{i})$  حيث ينطبق موضع  $G_2$  عند التوازن مع الأصل  $O$ .

نمعلم موضع  $G_2$  عند لحظة  $t$  بالأفصول  $x$  في المعلم  $(O, \vec{i})$ . نكتب المعادلة التفاضلية لحركة  $G_2$  كالتالي :

$$\ddot{x} + \frac{K}{m_2}x = 0 \quad \text{ويكون حلها هو} \quad x(t) = X_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi.t}{T_0} + \varphi\right)$$

مكنت الدراسة التجريبية لحركة  $G_2$  من الحصول على المنحنى الممثل في الشكل 3.



الشكل 3

2.1. حدد باستغلال المنحنى المقادير التالية :

الوسع  $X_m$  والدور الخاص  $T_0$  والطور  $\varphi$  عند أصل التواريخ . (0,75 ن)

2.2. استنتج قيمة الصلابة  $K$  للنابض. (0,75 ن)

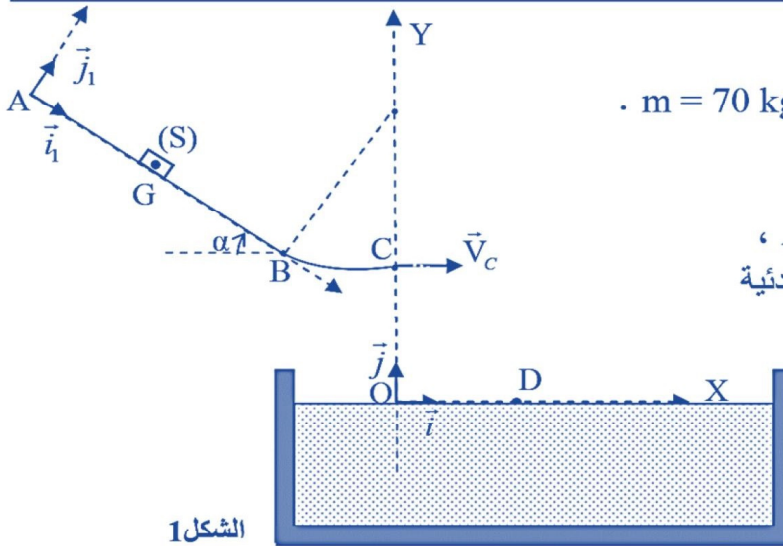
2.3. نختار المستوى الأفقي الذي يشمل موضع  $G_2$  عند التوازن مرجعا لطاقة الوضع الثقالية والحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة .

2.3.1. بيّن أن الطاقة الحركية  $E_c$  للجسم ( $S_2$ ) تكتب كما يلي :  $E_c = \frac{K}{2}(X_m^2 - x^2)$  . (0,75 ن)

2.3.2. أوجد تعبير الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للمجموعة ( الجسم ( $S_2$  - نابض) بدلالة  $X_m$  و  $K$  واستنتج السرعة  $v_{G_2}$  عند مرور  $G_2$  بموضع التوازن في المنحنى الموجب. (1 ن)

## الإمتحان الوطني - 2010 عادية

توجد المزلقات في المسابح لتمكين السباحين من الانزلاق والغطس في الماء. نمذج مزلقة مسبح بسكة ABC تتكون من جزء مستقيمي AB مائل بزاوية  $\alpha$  بالنسبة للمستوى الأفقي ومن جزء دائري BC ، ونمذج السباح بجسم صلب (S) مركز قصوره G وكتلته m (الشكل 1).



المعطيات:

$$m = 70 \text{ kg} , g = 9,8 \text{ m.s}^{-2} , \alpha = 20^\circ , AB = 2,4 \text{ m}$$

1- دراسة الحركة على السكة AB :

ينطلق ، عند اللحظة  $t = 0$  ، الجسم (S) من الموضع A ، الذي نعتبره منطبقا مع مركز قصوره G ، بدون سرعة بدئية فينزل بدون احتكاك على السكة AB . (الشكل 1)  
ندرس حركة G في المعلم الأرضي  $\mathcal{R}_1(A, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$  الذي نعتبره غاليليا.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن حدد :

1.1- إحداثيي التسارع  $\vec{a}_G$  في المعلم  $\mathcal{R}_1(A, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$  . (0,5 ن)

1.2- سرعة  $V_B$  في النقطة B. (0,5 ن)

1.3- الشدة R للقوة التي يطبقها السطح AB على الجسم (S) . (0,5 ن)

ندرس في بقية التمرين حركة G في المعلم الأرضي  $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j})$  الذي نعتبره غاليليا. (الشكل 1)

2- دراسة حركة G في الهواء :

يصل الجسم (S) إلى النقطة C بسرعة أفقية منظمها  $V_C = 4,67 \text{ m.s}^{-1}$  ؛ فيغادرها عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ.

يخضع الجسم (S) بالإضافة إلى وزنه إلى تأثير رياح اصطناعية نمذجها بقوة أفقية ثابتة تعبيرها:  $\vec{f}_1 = -f_1 \vec{i}$

2.1- أوجد عند لحظة تاريخها t التعبير  $v_x$  للمركبة الأفقية لمتجهة السرعة بدلالة m و  $V_C$  و  $f_1$  و t. (0,5 ن)

2.2- عند اللحظة  $t_D = 0,86 \text{ s}$  ، يصل G إلى النقطة D التي توجد على سطح الماء، حيث تتعدم المركبة الأفقية لسرعته .

أ- احسب  $f_1$  . (0,5 ن)

ب - حدد الارتفاع h للنقطة C عن سطح الماء . (1 ن)

3- دراسة الحركة الرأسية للنقطة G في الماء:

يتابع الجسم (S) حركته في الماء بسرعة رأسية  $\vec{v}$  حيث يخضع بالإضافة إلى وزنه إلى :

- قوة احتكاك مائع نمذجها بمتجهة  $\vec{f}$  تعبيرها في النظام العالمي للوحدات هو :  $\vec{f} = 140.V^2 . \vec{j}$  .

- دافعة أرخميدس  $\vec{F}_A$  شدتها :  $F_A = 637 \text{ N}$  .



# الإمتحانات الوطنية

الميكانيك

نعتبر لحظة دخول الجسم (S) في الماء أصلا جديدا للتواريخ.

3.1- بين أن السرعة  $V(t)$  للنقطة G تحقق المعادلة التفاضلية التالية :  $\frac{dV(t)}{dt} - 2V^2 + 0,7 = 0$  (1 ن)

3.2- أوجد قيمة السرعة الحدية  $V_\ell$  . (0,5 ن)

3.3- بالاعتماد على الجدول أسفله وباستعمال طريقة أولير ، حدد القيمتين  $a_{i+1}$  و  $V_{i+2}$  . (1 ن)

t (s)	V(m.s <sup>-1</sup> )	a (m.s <sup>-2</sup> )
$t_i = 1,8.10^{-1}$	-1,90	6,52
$t_{i+1} = 1,95.10^{-1}$	-1,80	$a_{i+1}$
$t_{i+2} = 2,1.10^{-1}$	$V_{i+2}$	5,15

## الإمتحان الوطني - 2010 إسدراكية

المعطيات :

- كتلة الشمس:  $M_S = 2.10^{30} \text{ kg}$

- شعاع المريخ:  $R_M = 3400 \text{ km}$

- ثابتة التجاذب الكوني:  $G = 6,67.10^{-11} \text{ (SI)}$

- دور حركة المريخ حول الشمس:  $T_M = 687 \text{ jours}$  ؛  $1 \text{ jour} = 86400 \text{ s}$

- شدة الثقالة على سطح الأرض :  $g_0 = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$

نعتبر أن للشمس وللمريخ تماثلا كرويا لتوزيع الكتلة .

### 1 - تحديد شعاع مسار حركة المريخ وسرعته:

نعتبر أن حركة المريخ في المرجع المركزي الشمسي دائرية ، سرعتها  $V$  وشعاع مسارها  $r$  ( نهمل أبعاد المريخ أمام المسافة الفاصلة بينه وبين مركز الشمس، كما نهمل القوى الأخرى المطبقة عليه أمام قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس ).

1.1- مثل على تبيان القوة التي تطبقها الشمس على المريخ . (0,5 ن)

1.2- اكتب بدلالة  $G$  و  $M_S$  و  $M_M$  و  $r$  تعبير الشدة  $F_{S/M}$  لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس على المريخ .

( $M_M$  تمثل كتلة المريخ ) (0,5 ن)

1.3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن :

1.3.1- حركة المريخ حركة دائرية منتظمة. (0,5 ن)

1.3.2- العلاقة بين الدور والشعاع هي :  $\frac{T_M^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_S}$  ؛ و أن قيمة  $r$  هي :  $r \approx 2,3.10^{11} \text{ m}$  (1 ن)

1.4- أوجد السرعة  $V$  . (0,5 ن)

### 2- تحديد كتلة المريخ وشدة الثقالة على سطحه :

نعتبر أن القمر فوبوس يوجد في حركة دائرية منتظمة حول المريخ على المسافة  $z = 6000 \text{ km}$  من سطحه .

دور هذه الحركة هو  $T_p = 460 \text{ min}$  ( نهمل أبعاد فوبوس أمام باقي الأبعاد ).

بدراسة حركة فوبوس في مرجع أصله منطبق مع مركز المريخ ، والذي نعتبره غاليليا، أوجد :

2.1- الكتلة  $M_M$  للمريخ . (1 ن)

2.2- شدة الثقالة  $g_{0M}$  على سطح المريخ وقارنها بالقيمة  $g_{Mex} = 3,8 \text{ N.kg}^{-1}$  التي تم قياسها على سطحه باعتماد

أجهزة متطورة . (1,5 ن)

## الإمتحان الوطني - 2009 عادية

### الشكل 1

- ## الشكاوى

BO لقوة الدفع  $\vec{F}$  للمحرك وقوة احتكاك



# الإمتحانات الوطنية

الميكانيك

$\vec{f}$  شدتها  $f = 500\text{N}$ . نعتبر القوتين ثابتتين وموازيتين للقطعة BO. أوجد ، بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، الشدة  $F$  لقوة الدفع لكي تبقى المجموعة (S) فس قيمة التسارع  $a$  لحركتها على القطعة AB.

(2) دراسة حركة المجموعة (S) في مجال الثقالة المنتظم  
تصل المجموعة (S) إلى النقطة O بسرعة  $\vec{v}_0$  قيمتها  $v_0 = 30\text{ms}^{-1}$  وتتابع حركتها تسقط في النقطة E التي تبعد عن النقطة C بالمسافة  $CE = 43\text{m}$ . نأخذ لحظة بداية تجاوز (S) للخنق أصلا جديدا لمعلم الزمن حيث يكون G منطبقا مع O أصل المعلم  $(\vec{Ox}, \vec{Oz})$  (الشكل 1).

2.1- اكتب المعادلتين الزمنيتين  $x(t)$  و  $z(t)$  لحركة G في المعلم  $(\vec{Ox}, \vec{Oz})$ .

2.2- استنتج معادلة المسار، وحدد إحداثيتي قمته.

2.3- حدد الارتفاع  $h$  بين النقطتين C و O.

## الإمتحان الوطني - 2009 إسداكية

تستعمل المتذبذبات الميكانيكية في مجالات صناعية مختلفة و بعض الأجهزة الرياضية واللعب وغيرها. ومن بين هذه المتذبذبات الأرجوحة التي نعتبرها كنواس.

يتأرجح طفل بواسطة أرجوحة مكونة من عارضة يستعملها كمقعد، معلقة بواسطة حبلين مشدودين إلى حامل ثابت.

نمذج المجموعة { الطفل + الأرجوحة } بنواس بسيط يتكون من حبل ، غير مدود كتلته مهملة وطوله  $\ell$  ، وجسم صلب (S) كتلته  $m$ .

النواس قابل للدوران حول محور أفقي ( $\Delta$ ) ثابت ومتعامد مع المستوى الرأسي. عزم قصور النواس بالنسبة للمحور ( $\Delta$ ) هو  $J_\Delta = m.\ell^2$ .

المعطيات :

شدة الثقالة :  $g = 9,8\text{ m.s}^{-2}$  ؛ طول الحبل :  $\ell = 3\text{ m}$  ؛ كتلة الجسم (S) :  $m = 18\text{ kg}$ .

نأخذ في حالة التذبذبات الصغيرة:  $\sin\theta \approx \theta(\text{rad})$  و  $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}(\text{rad})$

نهمل أبعاد (S) بالنسبة لطول الحبل و جميع الاحتكاكات.

1- الدراسة التحريكية للنواس:

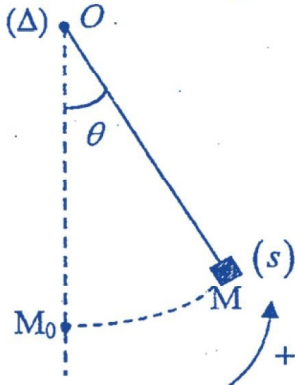
نزح النواس عن موضع توازنه المستقر بزاوية  $\theta_m = \frac{\pi}{20}\text{rad}$  في المنحى الموجب ونحرره بدون

سرعة بدئية عند اللحظة  $t=0$ .

# الإمتحانات الوطنية

## الميكانيك

نمعلم موضع النواس عند لحظة  $t$  بالأفصول الزاوي  $\theta$  الذي يكونه النواس مع الخط الرأسي المار من النقطة  $O$  حيث  $\theta = (\overline{OM_0}, \overline{OM})$  (انظر الشكل)



1.1- بين، بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محور ثابت، أن المعادلة التفاضلية لحركة النواس، في معلم غاليلي مرتبط بالأرض، تكتب على الشكل:

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{\ell} \theta = 0$$

1.2- احسب الدور الخاص  $T_0$  للنواس.

1.3- اكتب المعادلة الزمنية لحركة النواس.

1.4- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في أساس فريني، أوجد تعبير الشدة  $T$  لتوتر الحبل عند لحظة  $t$

بدلالة  $m$  و  $g$  و  $\theta$  و  $\ell$  و  $v$  السرعة الخطية للنواس. احسب قيمة  $T$  عند اللحظة  $t = \frac{T_0}{4}$ .

2- الدراسة الطاقية:

نزود، عند لحظة  $t=0$ ، النواس السابق الذي يوجد في حالة سكون في موضع توازنه المستقر بطاقة حركية قيمتها  $E_C = 264,6 \text{ J}$  فيدور في المنحى الموجب.

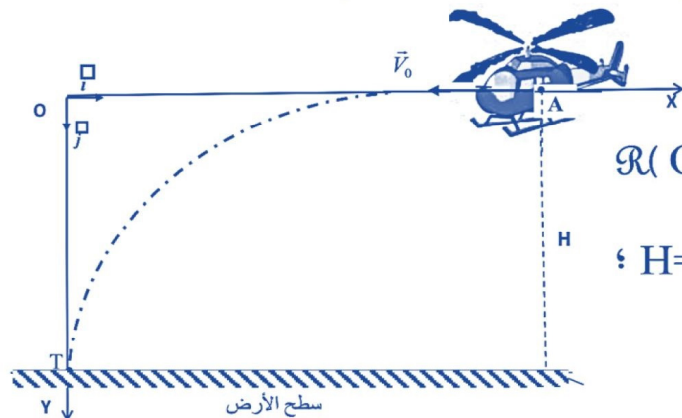
2.1- نختار المستوى الأفقي الذي تنتمي إليه النقطة  $M_0$  مرجعا لطاقة الوضع الثقالية (انظر الشكل). اكتب تعبير طاقة الوضع الثقالية  $E_p$  للنواس عند لحظة  $t$  بدلالة  $\theta$  و  $m$  و  $\ell$  و  $g$ .

2.2- باعتماد الدراسة الطاقية، حدد القيمة القصوى  $\theta_{\max}$  للأفصول الزاوي.

## الإمتحان الوطني - 2008 عادية

تُستعمل الطائرات المروحية في بعض الحالات لإيصال مساعدات إنسانية إلى مناطق منكوبة يتعذر الوصول إليها عبر البر.

تتحرك طائرة مروحية على ارتفاع ثابت  $H$  من سطح الأرض بسرعة أفقية  $\vec{v}_0$  ثابتة وتُسقط صندوق مواد غذائية، مركز قصوره  $G_0$ ،



فيرتطم بسطح الأرض في النقطة  $T$ . (الشكل 1)

ندرس حركة  $G_0$  في معلم متعامد وممنظم  $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j})$  مرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا.

نعطي:  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  (شدة الثقالة) و  $H = 405 \text{ m}$ ؛ نهمل أبعاد الصندوق.

1) الجزء I- دراسة السقوط الحر:

نهمل القوى المرتبطة بتأثير الهواء على الصندوق.

يسقط الصندوق، عند اللحظة  $t = 0$ ، انطلاقاً من

النقطة  $A(x_A = 450 \text{ m}; y_A = 0)$  بالسرعة البدئية الأفقية  $\vec{v}_0$  ذات القيمة  $V_0 = 50 \text{ m.s}^{-1}$ .

1.1- أوجد، بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، المعادلتين الزميتين  $x(t)$  و  $y(t)$  لحركة  $G_0$



1.2- حدد لحظة ارتطام الصندوق بسطح الأرض. (0,75 ن)

1.3- أوجد معادلة مسار حركة  $G_0$ . (0,5 ن)

(2) الجزء II- دراسة السقوط باحتكاك:

لكي لا تُتلف المواد الغذائية عند الارتطام بسطح الأرض؛ تم ربط صندوق بمظلة تُمكنه من النزول ببطء. تبقى المروحية ساكنة على نفس الارتفاع  $H$  السابق في النقطة  $O$ . يسقط الصندوق ومظلته رأسيا بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t_0 = 0$ .

يطبق الهواء قوى الاحتكاك المعبر عنها بالعلاقة  $\vec{f} = -100 \cdot \vec{v}$ . حيث  $\vec{v}$  تمثل متجهة سرعة الصندوق عند اللحظة  $t$ .

نهمل دافعة أرخميدس خلال السقوط.

نعطي كتلة المجموعة {الصندوق والمظلة}:  $m = 150 \text{ kg}$ .

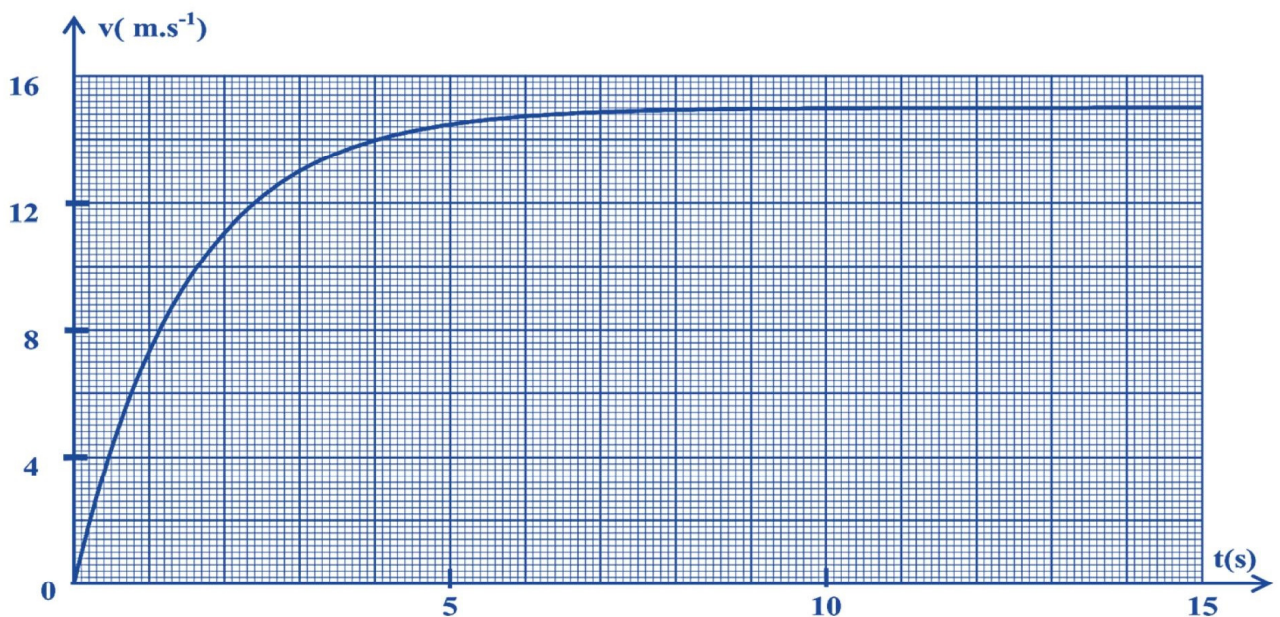
2.1- أوجد المعادلة التفاضلية في المعلم  $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j})$  التي تحققها سرعة  $G_1$  مركز قصور المجموعة. (1,25 ن)

2.2- يمثل منحنى الشكل 2 تغير سرعة  $G_1$  بدلالة الزمن؛ حدد السرعة الحدية  $V_{\text{lim}}$  وكذا الزمن المميز  $\tau$  للسقوط. (0,5 ن)

2.3- أعط قيمة تقريبية لمدة النظام البدئي. (0,5 ن)

2.4- باعتماد طريقة أولير والجدول التالي، حدد قيمتي السرعة  $v_4$  و التسارع  $a_4$ . (1 ن)

$t_i(\text{s})$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$v_i(\text{m.s}^{-1})$	0	1,00	1,93	2,80	$v_4$	4,37	5,08
$a_i(\text{m.s}^{-2})$	10,00	9,33	8,71	8,12	$a_4$	7,07	6,60

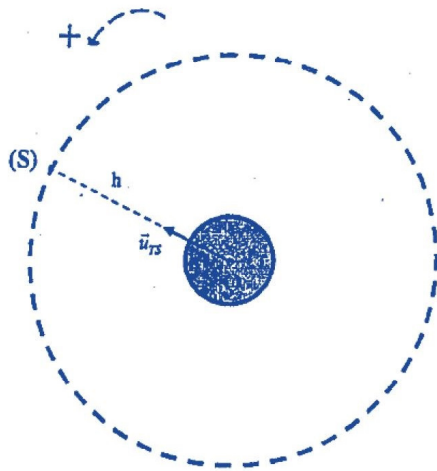




## الإمتحان الوطني - 2008 إسدراكية

زرقاء اليمامة، قمر اصطناعي مغربي يقوم بمهام مراقبة الحدود الجغرافية للمملكة وبالتواصل والاستشعار عن بعد. وقد أنجز هذا القمر من طرف خبراء المركز الملكي للاستشعار البعدي الفضائي بتعاون مع خبراء دوليين. تم وضع زرقاء اليمامة في مداره يوم 10 دجنبر 2001 على ارتفاع  $h$  من سطح الأرض. ينجز هذا القمر الاصطناعي (S) حوالي 14 دورة حول الأرض في اليوم الواحد.

نفترض مسار (S) دائريا، وندرس حركته في المرجع المركزي الأرضي. نعتبر الأرض ذات تماثل كروي لتوزيع الكتلة. نهمل أبعاد (S) أمام المسافة الفاصلة بينه وبين مركز الأرض.



الشكل 1

المعطيات:

ثابتة التجاذب الكوني:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ (SI)}$

شعاع الأرض:  $r_T = 6350 \text{ km}$

شدة مجال الثقالة على سطح الأرض:  $g_0 = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

الدور T للأرض حول المحور القطبي:  $T = 84164 \text{ s}$

الارتفاع  $h$ :  $h = 1000 \text{ km}$

$\vec{u}_{TS}$ : متجهة واحدة موجهة من O نحو S.

1- انقل تبيانة الشكل 1 ومثل عليها متجهة السرعة  $\vec{v}_s$  للقمر الاصطناعي (S) ومثل كذلك متجهة

قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على (S). (0,5 ن)

2- أعط التعبير المتجهي لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على (S). (0,25 ن)

3- اكتب في أساس فريني، تعبير متجهة التسارع لحركة (S). (0,5 ن)

4- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز قصور القمر الاصطناعي (S):

4.1- بين أن حركة (S) دائرية منتظمة. (0,75 ن)

4.2- اكتب تعبير  $v_s$  بدلالة  $g_0$  و  $r_T$  و  $h$ ؛ واحسب قيمتها. (0,75 ن)

5- بين أن كتلة الأرض هي  $M_T \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ . (0,5 ن)

6- بين أن القمر الاصطناعي (S) لا يبدو ساكنا بالنسبة لملاحظ أرضي. (0,75 ن)

7- يقوم قمر اصطناعي (S') بالدوران حول الأرض بسرعة زاوية  $\omega$  بحيث يبدو ساكنا بالنسبة لملاحظ أرضي ويرسل صورا إلى الأرض تُعتمد في التوقعات الجوية.

7.1- أثبت العلاقة:  $\omega^2 \cdot (r_T + z)^3 = Cte$ ؛ حيث  $z$  المسافة الفاصلة بين سطح الأرض والقمر

الاصطناعي. (0,75 ن)

7.2- أوجد قيمة  $z$ . (0,75 ن)



الفيزياء

□ وطنيات

□ عادية - إستدراكية

# امتحانات الكهرباء 2008 - 2019 PC

الثانية باكوريا - مسلك العلوم الفيزيائية

## الإمتحان الوطني - 2019 عادية

### شحن وتفريغ مكثف

تشكل المكثفات والوشيعات العناصر الأساسية في عدد من الأجهزة الكهربائية، كأجهزة بث واستقبال الموجات الكهرومغناطيسية ...

يهدف هذا التمرين إلى دراسة شحن مكثف وتفريغه في وشيعة.

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في تبيانة الشكل 1، المتكون من العناصر التالية:

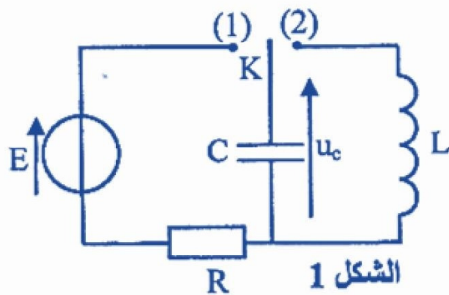
- مولد مؤمّل للتوتر قوته الكهرومحرّكة  $E = 10V$ ؛

- مكثف سعته  $C$  غير مشحون بدنياً؛

- موصل أومي مقاومته  $R$ ؛

- وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها مهملة؛

- قاطع التيار  $K$  ذي موضعين.



الشكل 1

### I- دراسة شحن المكثف

نضع قاطع التيار  $K$  على الموضع (1) عند لحظة نختارها أصلاً للتواريخ  $(t=0)$ . يُمكن نظام مسك معلوماتي

ملانم من الحصول على منحنى تطور الشحنة الكهربائية

$q(t)$  للمكثف. يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند

اللحظة  $t=0$  (الشكل 2).

1. أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$  أثناء شحن المكثف.

2. أوجد، بدلالة برامترات الدارة، تعبير كل من الثابتين  $A$  و  $\alpha$  لكي يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على

الشكل:  $q(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$ .

3. حدد مبيانياً:

3.1. قيمة الشحنة  $Q$  للمكثف في النظام الدائم.

3.2. قيمة ثابتة الزمن  $\tau$ .

4. بيّن أن سعة المكثف هي:  $C = 10\mu F$ .

5. أوجد قيمة المقاومة  $R$ .

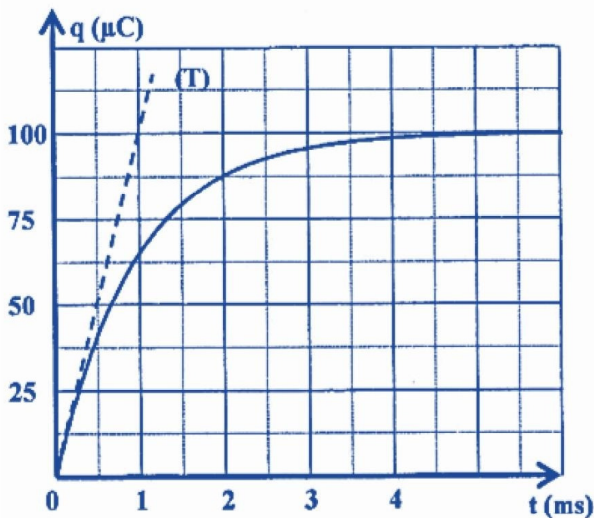
### II- دراسة التذبذبات الكهربائية في الدارة LC

بعد تحقيق النظام الدائم، نؤرجح قاطع التيار  $K$  إلى الموضع (2) عند لحظة نعتبرها أصلاً جديداً للتواريخ  $(t=0)$ .

نعابن بواسطة عدة ملائمة، تغيرات التوتر  $u_c$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن.

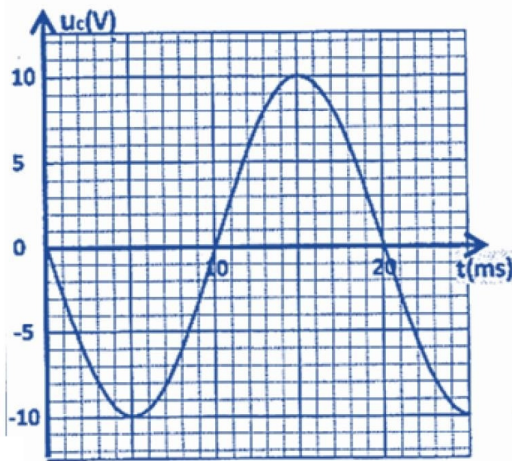
1. بيّن أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر بين مربطي المكثف تكتب كما يلي:  $\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_c = 0$ .

2. يوافق أحد المنحنيات الثلاثة (أ) أو (ب) أو (ج) الممثلة في الشكل 3 تطور التوتر  $u_c(t)$  في هذه التجربة.

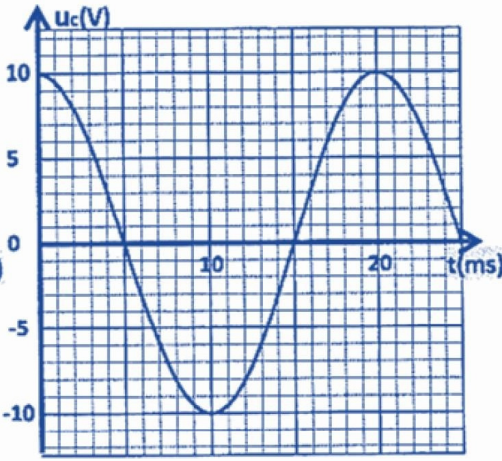


الشكل 2

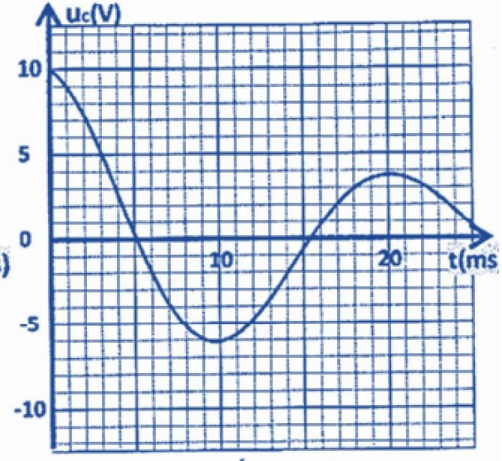




(أ)



(ب)



(ج)

الشكل 3

2.1. عين المنحنى الذي يوافق تطور التوتر  $u_c(t)$  في هذه التجربة. علل جوابك.

2.2. أوجد الدور الخاص  $T_0$  للمذبذب الكهربائي LC.

3. حدد معامل التحريض  $L$  للوشية. (نأخذ  $\pi^2 = 10$ ).

4. اعتمادا على المنحنى الموافق لتطور التوتر  $u_c(t)$  في هذه التجربة:

4.1. أوجد الطاقة الكلية  $E$  للدائرة الكهربائية.

4.2. استنتج الطاقة المغنطيسية  $E_{ml}$  المخزونة في الوشية عند اللحظة  $t_1 = 12 \text{ ms}$ .

## الإمتحان الوطني - 2019 إسدراكية

### الجزء الأول والثاني مستقلان

تلعب المكثفات والوشيات أدوارا أساسية في جل الأجهزة المستعملة في الحياة اليومية، كأجهزة الإنذار والتشخيص الطبي والمجسات الحرارية وغيرها.

يهدف هذا التمرين، في جزئه الأول، إلى تحديد المقادير المميزة لمكثف ووشية وفي جزئه

الثاني إلى دراسة تضمين الوسع.

الجزء الأول : دراسة ثنائي القطب RL والدائرة RLC المتوالية

I- دراسة ثنائي القطب RL

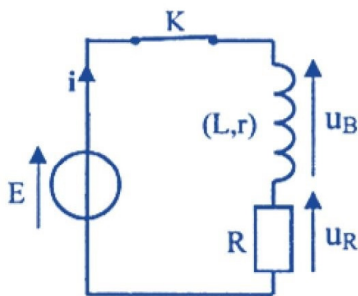
ننجز التركيب الكهربائي الممثل في تبيانة الشكل 1 ، والمكون من العناصر التالية:

- مولد مؤمّن للتوتر قوته الكهربائية  $E = 10 \text{ V}$ ؛

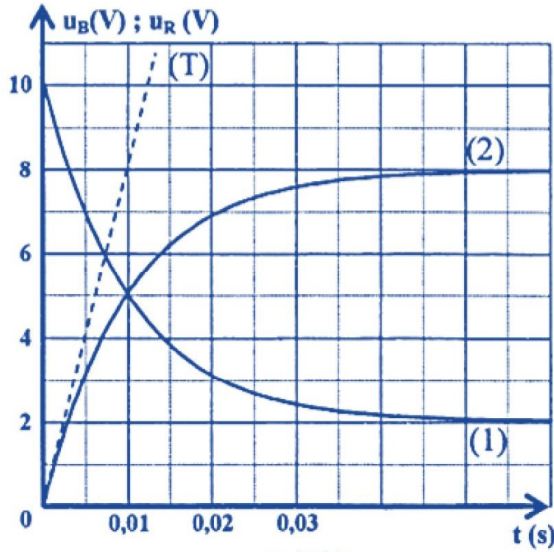
- موصل أومي مقاومته  $R = 40 \Omega$ ؛

- وشية معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$ ؛

- قاطع التيار  $K$ .



الشكل 1



الشكل 2

نغلق قاطع التيار K عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ ( $t = 0$ ) فنحصل، بواسطة نظام مسك معلوماتي ملائم، على منحنى الشكل 2 الممثلين لتطور كل من التوتر  $u_R(t)$  بين مربطي الموصل الأومي والتوتر  $u_B(t)$  بين مربطي الوشيعية.

يمثل (T) المماس للمنحنى 2 عند اللحظة  $t = 0$ .

1. اختر، من بين المنحنيين (1) و (2)، المنحنى الذي يمثل تطور التوتر  $u_R(t)$ . علل جوابك.

2. بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_R(t)$  تكتب كما يلي:  $\frac{du_R}{dt} + \left(\frac{R+r}{L}\right)u_R = \frac{R.E}{L}$ .

3. استنتج أن تعبير التوتر بين مربطي الموصل الأومي في النظام الدائم يكتب على شكل  $U_R = \frac{R.E}{R+r}$ .

4. احسب قيمة  $r$ .

5. حدد مبيانيا قيمة ثابتة الزمن  $\tau$ .

6. تحقق أن  $L = 0,5H$ .

## II - دراسة الدارة RLC المتوالية

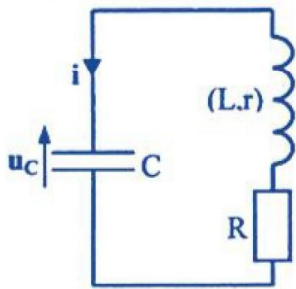
نشحن كليا مكثفا سعته C ثم نركبه على التوالي، في لحظة نختارها أصلا للتواريخ ( $t=0$ )، مع الموصل الأومي والوشيعية السابقين (الشكل 3).

يمثل منحنيا الشكل 4 تطور كل من التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف والشدة  $i(t)$  للتيار المار في الدارة.

1. أي نظام من أنظمة التذبذب يبرزه منحنيا الشكل 4؟

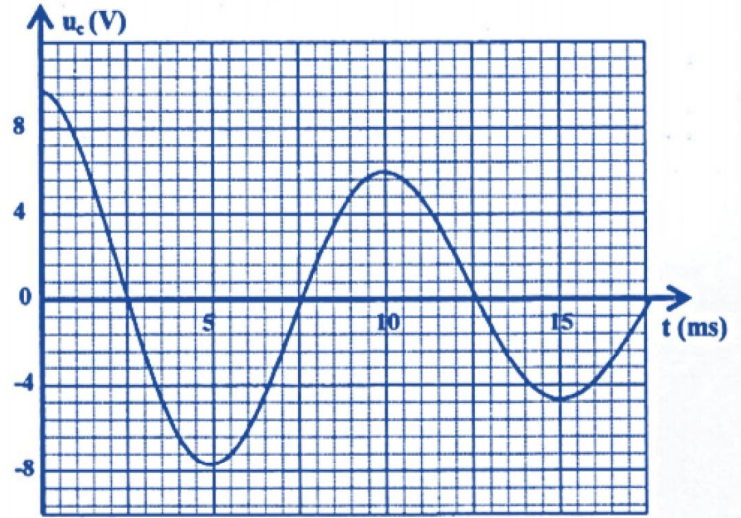
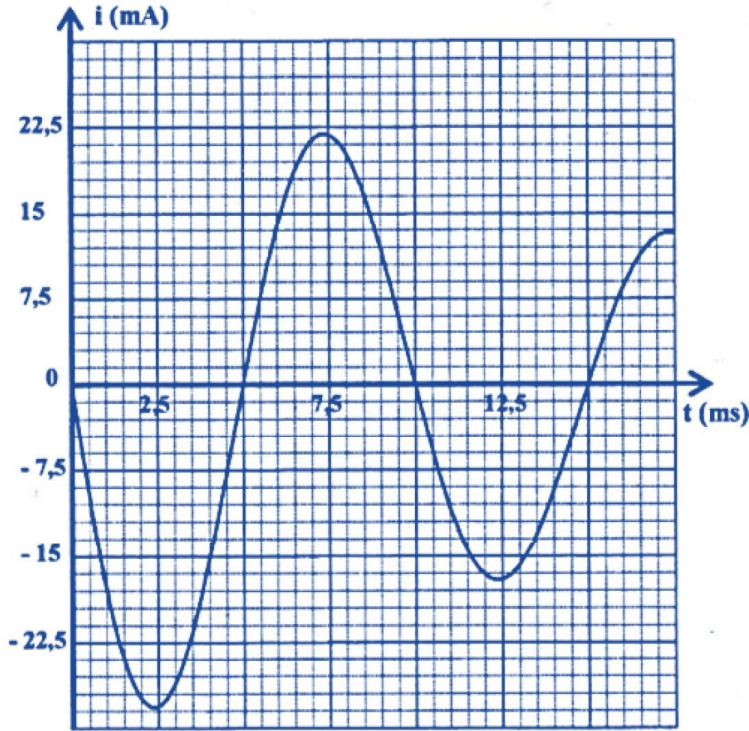
2. حدد قيمة السعة C، علما أن شبه الدور يساوي تقريبا الدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب الكهربائي. (نأخذ  $\pi^2 = 10$ ).

3. اعتمادا على منحنى الشكل 4، احسب الطاقة الكلية  $E_{II}$  للدارة عند اللحظة  $t_1 = 9ms$ .

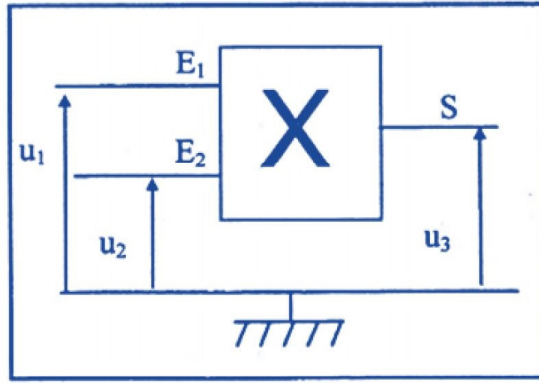


الشكل 3





الشكل 4



الشكل 5

الجزء الثاني: دراسة تضمين الوسع  
للحصول على إشارة جيبية مضمّنة الوسع، ننجز التركيب الممثل في  
تبيانة الشكل 5 حيث يمثل X دائرة متكاملة منجزة للجداء، تتوفر على  
مدخلين  $E_1$  و  $E_2$  ومخرج S.  
نطبق:

- عند المدخل  $E_1$  توتر  $u_1(t)$  تعبیره  $u_1(t) = U_0 + U_1 \cos(2\pi f_1.t)$  ،  
حيث  $U_0$  المركبة المستمرة للتوتر.
- عند المدخل  $E_2$  توتر  $u_2(t)$  تعبیره  $u_2(t) = U_2 \cos(2\pi f_2.t)$  .

نحصل عند المخرج S للدائرة المتكاملة X على توتر  $u_3(t)$  مضمّن الوسع تعبیره:

$$u_3(t) = 0,1 [0,6 \cos(2\pi 10^4.t) + 0,8] \cos(6\pi 10^5.t)$$

1. حدد قيمة كل من التردد  $F_p$  للإشارة الحاملة والتردد  $f_m$  للإشارة المضمّنة.
2. احسب نسبة التضمين m.
3. هل التضمين جيد؟ علل جوابك.

## الإمتحان الوطني - 2018 عادية

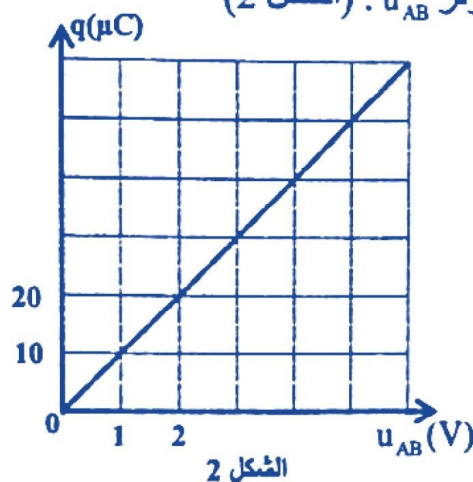
خصص أستاذ مع تلامذته حصة الأشغال التطبيقية الخاصة بمادة الفيزياء لتحديد سعة مكثف بطريقتين تجريبتين مختلفتين وللقيام بدراسة دارة RLC متوالية.

### I- التحديد التجريبي لسعة مكثف

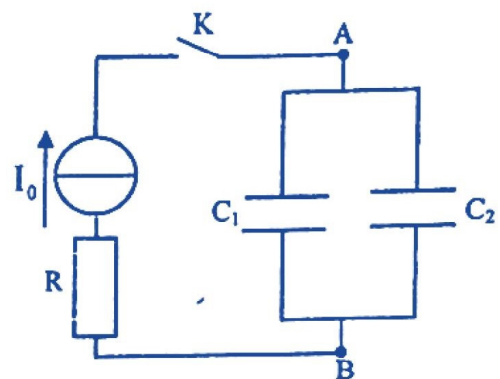
1. باستعمال مولد مؤتمل للتيار الكهربائي تحت إشراف أستاذ المادة، أنجزت مجموعة أولى من تلاميذ القسم التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 (الصفحة 5) والمكون من:

- مولد مؤتمل للتيار يزود الدارة بتيار كهربائي شدته  $I_0$  ؛
- موصل أومي مقاومته  $R$  ؛
- مكثفين  $(C_1)$  و  $(C_2)$  مركبين على التوازي، سعة الأول  $C_1 = 7,5 \mu F$  و سعة الآخر  $C_2$  مجهولة ؛
- قاطع التيار  $K$ .

عند لحظة  $t = 0$  ، أغلق أحد التلاميذ الدارة. بواسطة نظام مسك معلوماتي، تم الحصول على منحنى تغيرات الشحنة الكهربائية  $q$  للمكثف المكافئ للمكثفين  $(C_1)$  و  $(C_2)$  بدلالة التوتر  $u_{AB}$ . (الشكل 2)



الشكل 2



الشكل 1

1.1. ما الفائدة من تركيب المكثفات على التوازي؟

1.2. باستثمار منحنى الشكل 2، حدد قيمة  $C_{eq}$  سعة المكثف المكافئ للمكثفين  $(C_1)$  و  $(C_2)$ .

1.3. استنتج قيمة السعة  $C_2$ .

2. بدراسة استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر

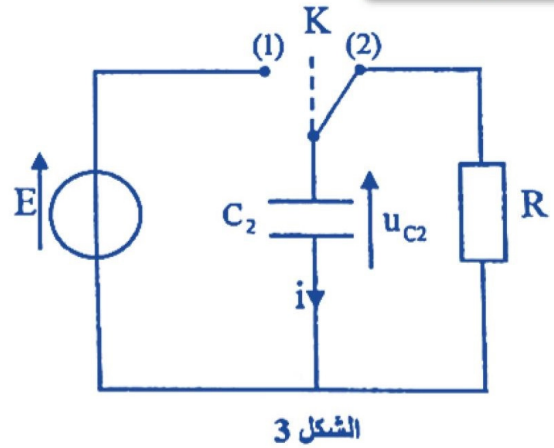
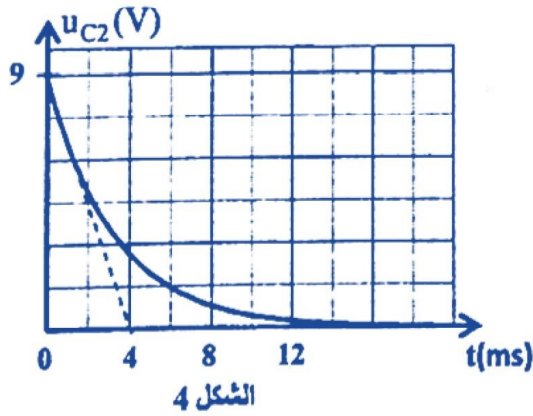
أنجزت مجموعة ثانية من تلامذة نفس القسم التركيب التجريبي الممثل في الشكل 3 والمكون من :

- مولد مؤتمل للتوتر قوته الكهربائية  $E$  ؛
- موصل أومي مقاومته  $R = 1600 \Omega$  ؛
- المكثف السابق ذي السعة  $C_2$  ؛
- قاطع التيار  $K$  ذي موضعين.

بعد الشحن الكلي للمكثف، أرجح أحد التلاميذ قاطع التيار إلى الموضع (2) عند لحظة  $t = 0$ .

بواسطة نظام مسك معلوماتي، تم الحصول على منحنى تغيرات التوتر  $u_{AB}(t)$  بين مربطى المكثف (الشكل 4).





2.1. أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_{C2}(t)$  أثناء تفريغ المكثف.

2.2. يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل  $u_{C2}(t) = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ . أوجد تعبير ثابتة الزمن  $\tau$  بدلالة  $R$  و  $C_2$ .

2.3. حدد من جديد قيمة السعة  $C_2$ .

## II - دراسة دائرة RLC متوالية

أنجز أحد التلاميذ التركيب التجريبي الممثل في الشكل 5 الذي يتضمن:

- مكثفا مشحونا كلياً سعته  $C = 2,5 \mu F$ ؛

- وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$ ؛

- قاطع التيار  $K$ .

بعد غلق الدارة وبواسطة نظام مسك معلوماتي، تم الحصول على تذبذبات شبه دورية لتغيرات الشحنة  $q(t)$  للمكثف.

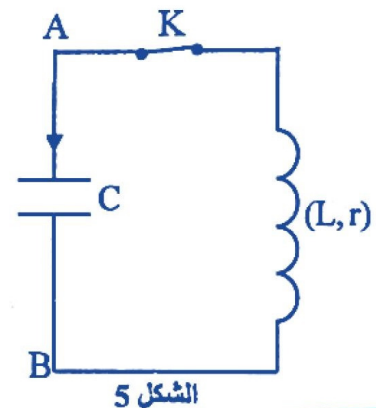
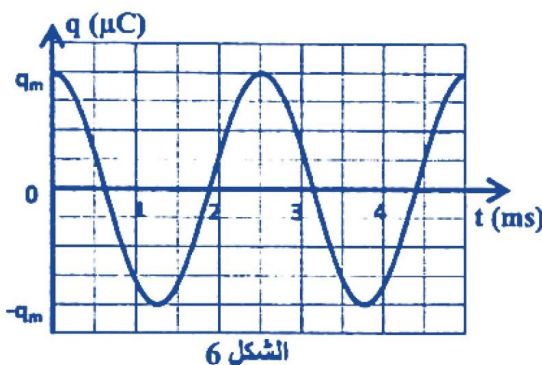
1. فسر سبب الحصول على تذبذبات شبه دورية.

2. للحصول على تذبذبات كهربائية مصانة، تم تركيب مولد يعطي توتراً يتناسب اطراداً مع شدة التيار  $u_G(t) = k \cdot i(t)$ ، على التوالي في الدارة السابقة.

2.1. أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$ .

2.2. عند ضبط معامل التناسب على القيمة  $k = 5$  (في النظام العالمي للوحدات)، أصبحت التذبذبات جيبيه (الشكل 6). حدد قيمة المقاومة  $r$  للوشيعة المستعملة.

2.3. باستثمار منحنى الشكل 6، أوجد قيمة معامل التحريض  $L$  للوشيعة المستعملة.



## الإمتحان الوطني - 2018 إستدراكية

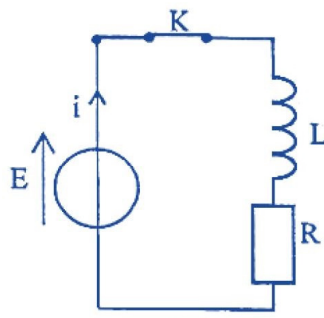
تعتبر الوشيعات من المكونات الأساسية التي تدخل في تركيب العديد من الأجهزة الكهربائية المنزلية التي نستعملها في حياتنا اليومية.

يهدف هذا التمرين إلى تحديد معامل التحريض لوشية خلاط كهربائي منزلي تجريبيا من خلال دراسة استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر صاعدة، كما يهدف إلى دراسة المراحل الأساسية لالتقاط موجة مضمنة الوسع.

### الجزء الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول : استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر صاعدة

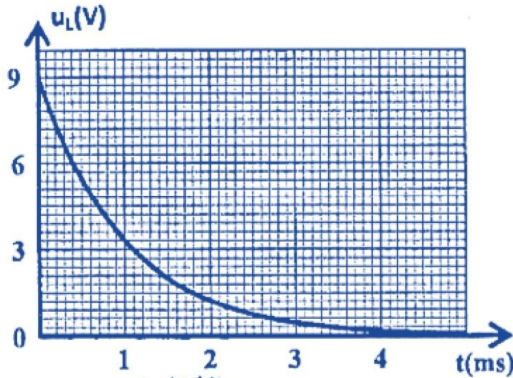
لتحديد معامل التحريض لوشية، ننفذ التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 الذي يتضمن :



الشكل 1

- مولدا كهربائيا مؤملا للتوتر قوته الكهربائية محرقة E ؛
- ووشية معامل تحريضها L ومقاومتها مهملة ؛
- موصلا أوميا مقاومته  $R = 10\Omega$  ؛
- قاطعا للتيار K .

عند اللحظة  $t=0$  ، نغلق الدارة ونعاين بواسطة نظام مسك معلوماتي تطور التوتر  $u_L$  بين مربطي الوشية بدلالة الزمن. يمثل الشكل 2 المنحنى  $u_L(t)$  المحصل عليه.



الشكل 2

1. أنقل تبيانة الشكل 1 على ورقة التحرير ثم بين عليها كيفية ربط نظام المسك المعلوماتي لمعاينة التوتر  $u_L(t)$  .
2. أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  المار في الدارة.
3. علما أن تعبير شدة التيار الكهربائي المار في الدارة هو :

$$i(t) = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{R \cdot t}{L}})$$

و E و R و L .

4. أحسب قيمة التوتر بين مربطي الوشية عند اللحظة  $t = \tau$  ، حيث  $\tau$  ثابتة الزمن.
5. حدد مبيانيا قيمة  $\tau$  واستنتج قيمة معامل التحريض L للوشية المدروسة.
6. أحسب الطاقة المغنطيسية المخزونة في الوشية عند اللحظة  $t = \tau$  .

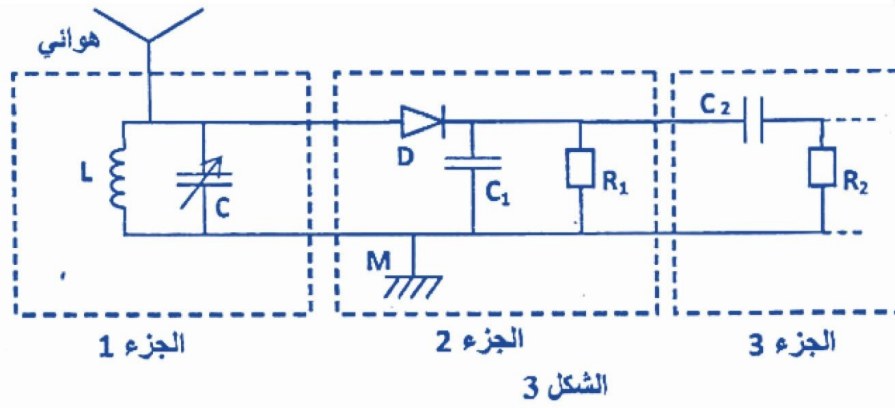
الجزء الثاني: استقبال موجة مضمنة الوسع

يمثل الشكل 3 التركيب التجريبي لجهاز مبسط (راديو AM) يستعمل لاستقبال موجة إذاعية مضمنة الوسع .



# الإمتحانات الوطنية

كهرباء



أنقل على ورقة التحرير رقم السؤال والحرف الموافق للجواب الصحيح.

1. تتكون الدارة السدادة (الجزء 1) من هوائي وشيعة مقاومتها مهملة ومعامل تحريضها  $L = 10 \text{ mH}$  مركبة على التوازي مع مكثف سعته  $C$  قابلة للضبط. سعة المكثف  $C$  التي تمكن من انتقاء الموجة الإذاعية ذات التردد  $f_0 = 530 \text{ kHz}$  هي:

أ	ب	ج	د
$9 \mu\text{F}$	$9 \text{ nF}$	$9 \text{ pF}$	$9 \text{ mF}$

2. علما أن متوسط تردد الموجات الصوتية هو  $1 \text{ kHz}$  وقيمة المقاومة  $R_1$  التي تمكن من الحصول على إزالة تضمنين جيدة للموجة الإذاعية المدروسة هي  $R_1 = 35 \Omega$ ، سعة المكثف  $C_1$  المستعمل في الجزء 2 هي:

أ	ب	ج	د
$50 \mu\text{F}$	$20 \mu\text{F}$	$50 \text{ mF}$	$20 \text{ nF}$

3. الدور الذي يلعبه الجزء 3 للتركيب التجريبي للجهاز هو:

أ	ب	ج	د
تضمنين الوسع	انتقاء تردد الموجة	إزالة المركبة المستمرة	كشف الغلاف

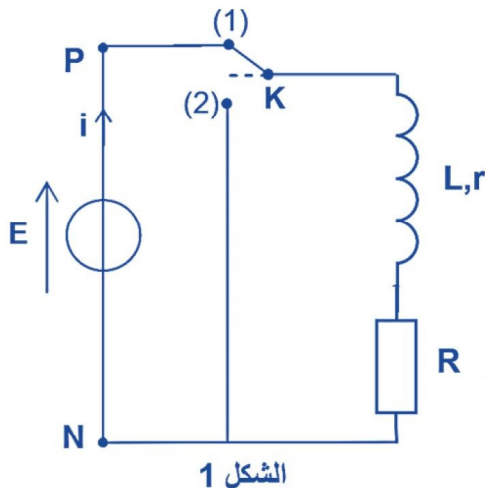
## الإمتحان الوطني - 2017 عادية

الجزءان الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول: استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر

لدراسة استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر، أنجز مدرس الفيزياء مع متعلميه التركيب الكهربائي الممثل في تبيانة الشكل 1 والمتكون من:

- مولد كهربائي مؤمل للتوتر قوته الكهرومحركة  $E = 6,5 \text{ V}$ ؛
- وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$ ؛
- موصل أومي مقاومته  $R = 60 \Omega$ ؛
- قاطع التيار  $K$  ذي موضعين.



1- قام المدرس، في مرحلة أولى، بدراسة إقامة التيار في الوشيعة بموضع قاطع التيار في الموضع (1).

**1.1-** أنقل على ورقة التحرير تبيانة التركيب التجريبي، ومثل في الاصطلاح مستقبل، التوتر  $u_R$  بين مربطي الموصل الأومي .

**1.2-** أوجد في النظام الدائم، تعبير الشدة  $I_p$  للتيار الكهربائي بدلالة برامترات الدارة.

**2-** في مرحلة ثانية، قام المدرس بدراسة انعدام التيار في الوشيعة. بعد حصوله على النظام الدائم واتخاذ الاحتياطات اللازمة، أرجح عند لحظة  $t = 0$ ، قاطع التيار إلى الموضع (2) .  
بواسطة نظام مسك معلوماتي ملائم، حصل المدرس على منحنى التطور الزمني للتوتر  $u_R(t)$  بين مربطي الموصل الأومي. (الشكل 2)

يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند اللحظة  $t=0$ .

**2.1-** أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_R(t)$ .

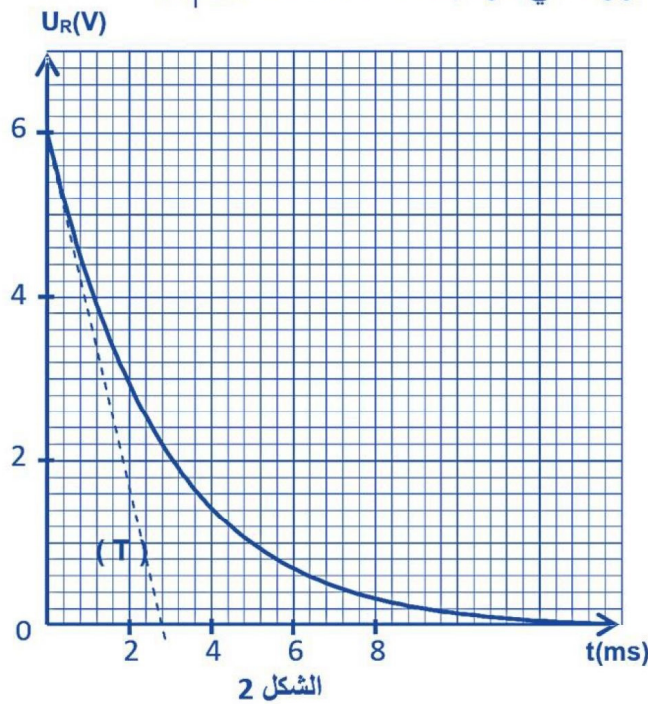
**2.2-** يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل  $u_R(t) = R \cdot I_p \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ . أوجد تعبير ثابتة الزمن  $\tau$ .

**2.3-** باستغلال منحنى الشكل 2 :

أ- بيّن أن قيمة مقاومة الوشيعة هي  $r = 5 \Omega$ .

ب- تحقق أن قيمة معامل التحريض للوشيعة هي  $L = 182 \text{ mH}$ .

**2.4-** أوجد قيمة الطاقة  $\mathcal{E}_m$  المخزونة في الوشيعة عند اللحظة  $t_1 = \tau$ .



**الجزء الثاني: تضمين الوسع**

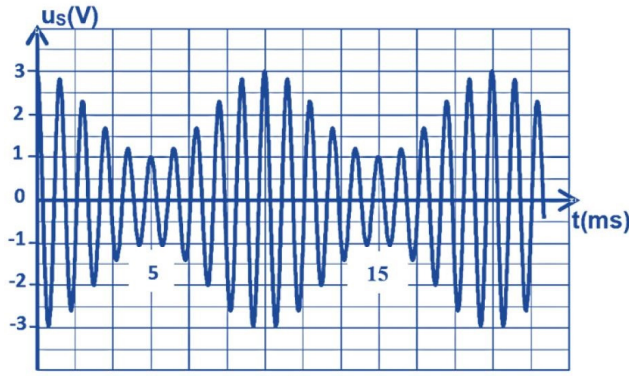
لدراسة تضمين الوسع والتحقق من جودة التضمين خلال حصة الأشغال التطبيقية، أنجز المدرس مع متعلميه التركيب التجريبي المبين في الشكل 3 مستعملا دارة متكاملة X منجزة للجداء، حيث قام بتطبيق توتر جيبي

$$u_1(t) = P_m \cdot \cos(2\pi \cdot F_p \cdot t) \text{ عند مدخلها } E_1 \text{ وتوتر } u_2(t) = U_0 + s(t) \text{ عند المدخل } E_2; \text{ تمثل } U_0$$

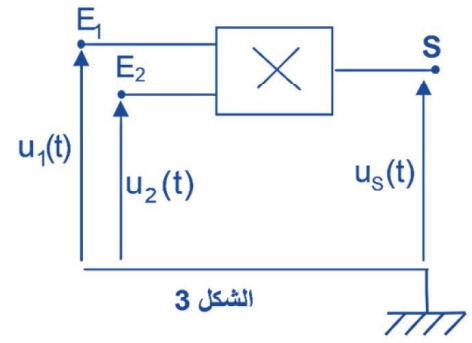
المركبة المستمرة للتوتر و  $s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi \cdot f_s \cdot t)$  التوتر المضمّن.

يمثل منحنى الشكل 4 توتر الخروج  $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$  الذي عاينه المتعلمون على شاشة راسم التذبذب؛ حيث  $k$  ثابتة موجبة مميزة للدارة المتكاملة.





الشكل 4

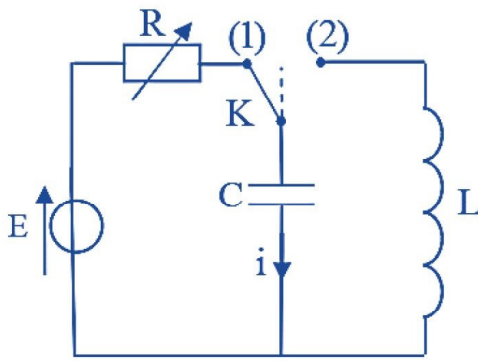


الشكل 3

- 1- بيّن أن التوتر  $u_s(t)$  يكتب على شكل  $u_s(t) = A[1 + m \cdot \cos(2\pi f_s t)] \cos(2\pi f_p t)$  محددا تعبير  $A$  و  $m$ .
- 2 - باستغلال منحنى الشكل 4:
  - 2.1 - أوجد قيمة كل من التردد  $f_p$  للتوتر الحامل والتردد  $f_s$  للتوتر المضمّن.
  - 2.2 - حدد نسبة التضمين واستنتج جودة التضمين .

## الإمتحان الوطني - 2017 إستدراكية

أراد أستاذ الفيزياء في مرحلة أولى دراسة تأثير مقاومة موصل أومي على ثابتة الزمن أثناء شحن مكثف، وفي مرحلة ثانية دراسة الدارة RLC في حالة الخمود المهمل. لأجل ذلك، طلب من تلامذته إنجاز التركيب الممثل في الشكل 1 والمتكون من :

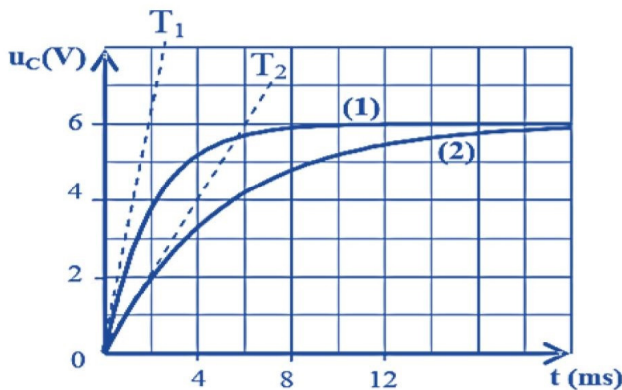


الشكل 1

- مولد مؤمل للتوتر قوته الكهرومحرّكة  $E$  ؛
- موصل أومي مقاومته  $R$  قابلة للضبط؛
- مكثف سعته  $C$  ؛
- وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها مهملة؛
- قاطع التيار  $K$  ذي موضعين.

### 1 - دراسة استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر

وضع أحد التلاميذ قاطع التيار  $K$  في الموضع (1) عند اللحظة  $t=0$  تعتبر أصلا للتواريخ. يمثل المنحنى (1) في الشكل 2 التطور الزمني للتوتر  $u_c(t)$  بين مربطي المكثف عند ضبط مقاومة الموصل الأومي على القيمة  $R_1 = 20 \Omega$ ، ويمثل المنحنى (2) التطور الزمني للتوتر  $u_c(t)$  عند ضبط مقاومة الموصل الأومي على قيمة  $R_2$ .



الشكل 2

- 1.1 - أنقل الشكل 1 وبيّن كيفية ربط نظام مسك معلوماتي لمعاينة التوتر  $u_c(t)$ .
- 1.2 - أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_c(t)$ .
- 1.3 - يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل  $u_c(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ . أوجد تعبير كل من الثابتين  $A$  و  $\tau$  بدلالة برامترات الدارة.

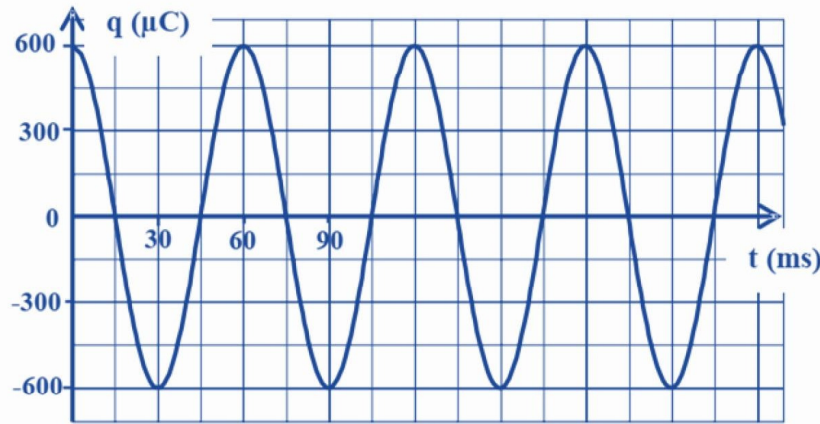
1.4- باستغلال المنحنيين (1) و (2) ، حدد قيمة كل من سعة المكثف  $C$  والمقاومة  $R_2$  .

الشكل 2

1.5- استنتج كيفية تأثير مقاومة الموصل الأومي على ثابتة الزمن.

2- دراسة الدارة RLC في حالة الخمود المهمل

بعد الشحن الكلي للمكثف ذي السعة  $C = 100 \mu F$  ، أرجح أحد التلاميذ قاطع التيار  $K$  إلى الموضع (2) (انظر الشكل 1).  
يمثل منحنى الشكل 3 التطور الزمني للشحنة  $q(t)$  للمكثف.



الشكل 3

2.1 - أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$  .

2.2 - يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل  $q(t) = Q_m \cos(\frac{2\pi}{T_0} t)$  .

أوجد تعبير الدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب الكهربائي بدلالة  $C$  و  $L$  .

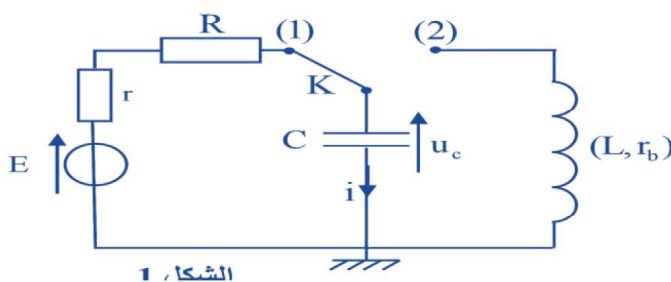
2.3 - تحقق أن القيمة التقريبية لمعامل التحريض للوشية المدروسة هي  $L \approx 0,91 H$  .

2.4 - احسب الطاقة الكلية للدارة عند كل من اللحظتين  $t_1 = 0$  و  $t_2 = \frac{T_0}{4}$  . علل النتيجة المحصل عليها.

## الإمتحان الوطني - 2016 عادية

تمكن بعض ثنائيات القطب الكهربائية كالمكثفات والوشيعات من تخزين الطاقة، لكن هذه الأخيرة تتبدد مع مرور الزمن خلال انتقالها في الدارة الكهربائية، ويمكن تعويض الطاقة المبددة بالاستعانة بأجهزة ملائمة.

ندرس في مرحلة أولى تصرف ثنائي القطب RC أثناء شحن المكثف، وفي مرحلة ثانية ندرس خمود وصيانة التذبذبات في دارة RLC متوالية.  
لهذا الغرض، نجز الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 1 والمكونة من:



الشكل 1

- مولد للتوتر قوته الكهرمحركة  $E$  ؛

- موصلين أوميين مقاومتاهما  $r = 20 \Omega$  و  $R$  ؛

- وشية (b) معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r_b$  ؛

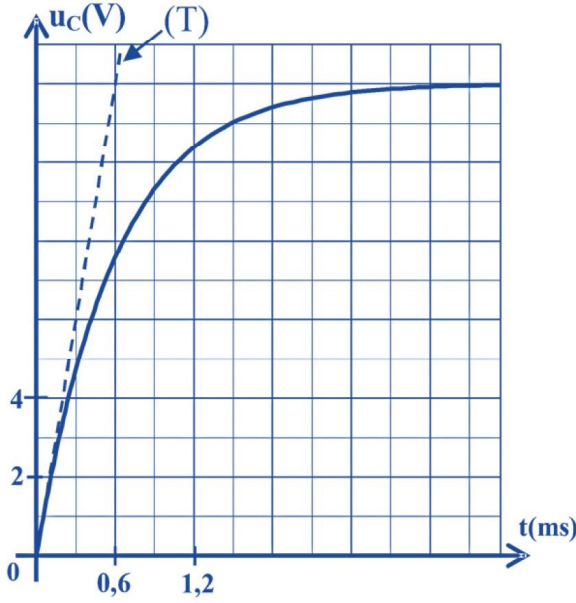
- مكثف سعته  $C$  ، غير مشحون بدئياً؛

- قاطع التيار  $K$  ذي موضعين.



## 1- دراسة ثنائي القطب RC أثناء شحن المكثف

نضع قاطع التيار K في الموضع (1) عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ ( $t=0$ ) ونشغل نظام مسك معلوماتي ملائم يُمكن من خط منحنى تطور التوتر  $u_c(t)$ . يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند اللحظة  $t=0$ . (انظر الشكل 2)



الشكل 2

1.1. أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_c(t)$ .

1.2. أوجد تعبير الثابتة A وتعبير ثابتة الزمن  $\tau$  لكي يكون

$$u_c(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

1.3. تكتب شدة التيار الكهربائي على شكل  $i(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ ؛

أوجد تعبير  $I_0$  بدلالة E و r و R.

1.4. باستغلال منحنى الشكل 2:

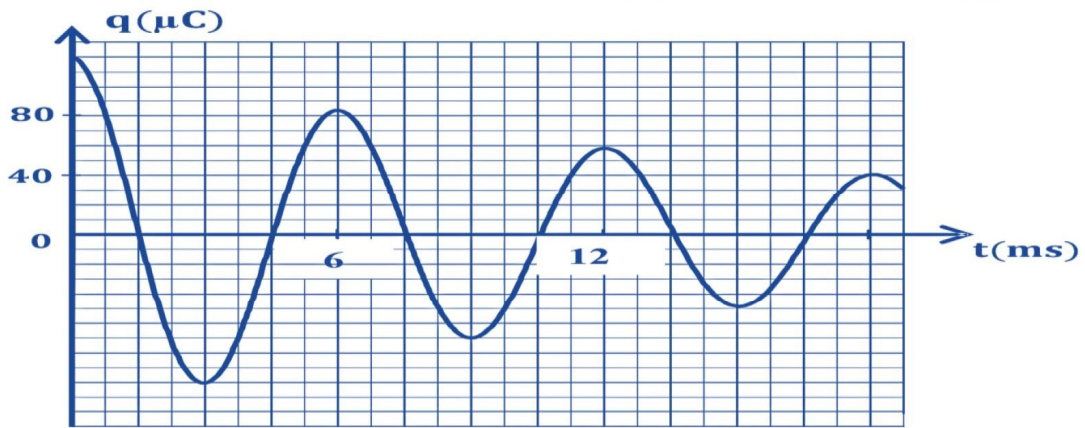
1.4.1. أوجد قيمة المقاومة R علما أن  $I_0 = 0,20 A$ .

1.4.2. حدد قيمة  $\tau$ .

1.4.3. تحقق أن سعة المكثف هي  $C = 10 \mu F$ .

## 2- دراسة خمود وصيانة التذبذبات في الدارة RLC

بعد شحن المكثف كليا، نؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (2) عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ. يمثل منحنى، الشكل 3 تطور شحنة المكثف  $q(t)$  بدلالة الزمن.



الشكل 3

2.1. تعرف على نظام التذبذبات الذي يبرزه منحنى الشكل 3.

2.2. باعتبار شبه الدور يساوي الدور الخاص للمتذبذب الكهربائي، حدد معامل التحريض L للوشية (b).

2.3. احسب  $\Delta \mathcal{E}$  تغير الطاقة الكلية للدارة بين اللحظتين  $t_1 = 0 ms$  و  $t_2 = 18 ms$ ، ثم فسر هذه النتيجة.

2.4. لصيانة التذبذبات في الدارة، نركب على التوالي مع المكثف والوشية (b) السابقين مولدا (G) يزود الدارة بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار الكهربائي  $u_G(t) = k \cdot i(t)$ .

2.4.1. أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$ .

2.4.2. نحصل على تذبذبات كهربائية جيبية عندما تأخذ الثابتة k في النظام العالمي للوحدات القيمة  $k = 11$ .

استنتج قيمة المقاومة الكهربائية  $r_b$  للوشية (b).

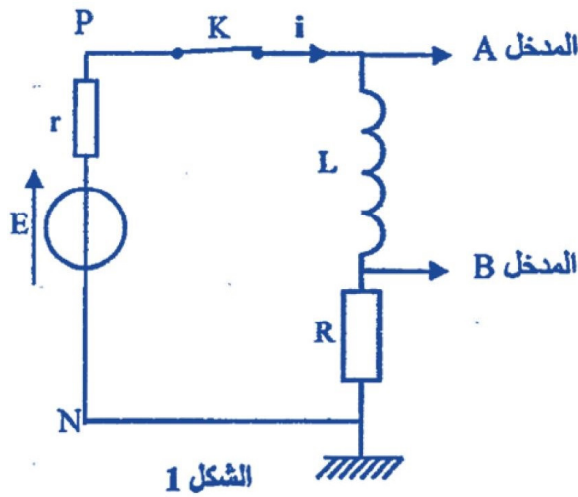
## الإمتحان الوطني - 2016 إستدراكية

### الجزء الأول والثاني مستقلان

يرجع الفضل إلى العالم مايكل فرادي (1791-1867) في اكتشاف ظاهرة التحريض المغنطيسي. مكنت هذه الظاهرة من تفسير أن الوشيعية تتصرف كموصل أومي في النظام الدائم وتتصرف بشكل مختلف إذا مرفها تيار متغير بدلالة الزمن.

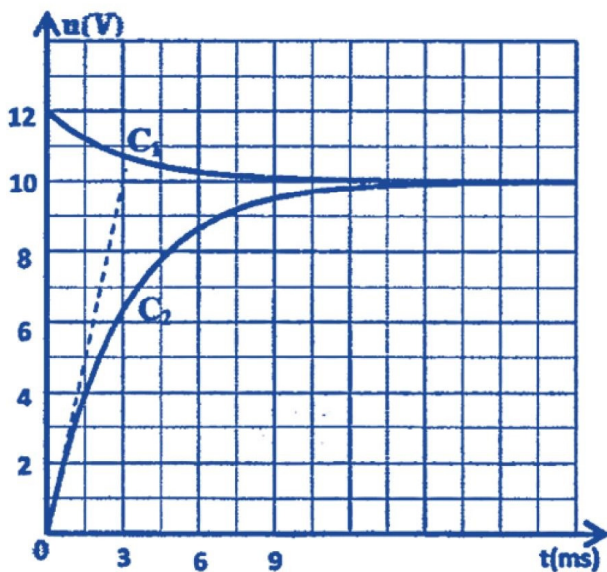
يهدف هذا التمرين إلى دراسة إقامة التيار الكهربائي في ثنائي القطب RL في مرحلة أولى، وفي مرحلة ثانية دراسة استقبال موجة مضمنة الوسع.

### للجزء الأول (3,5 نقط): دراسة ثنائي القطب RL



- نتجز التركيب الممثل في الشكل 1 والمكون من :
  - مولد للتوتر قوته الكهرمحركة  $E=12V$  ؛
  - وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقومتها مهملة؛
  - موصلين أوميين مقومتاهما  $R=40\Omega$  و  $r$  ؛
  - قاطع التيار  $K$ .

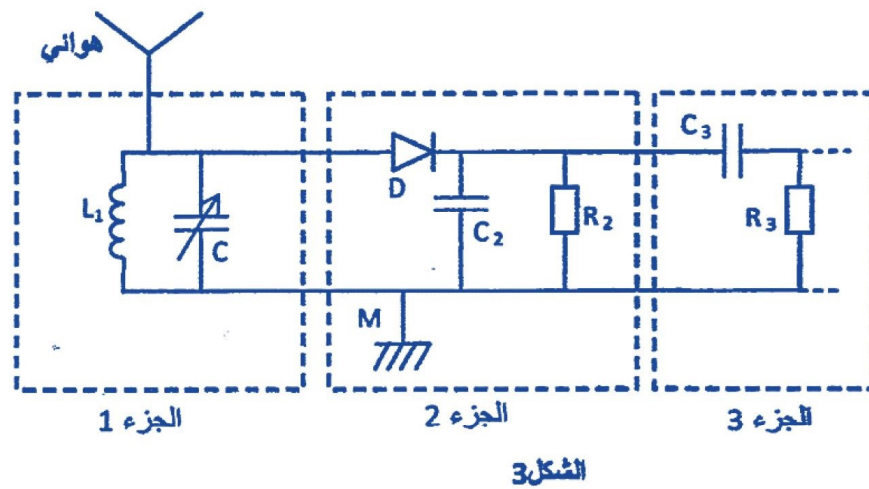
نغلق قاطع التيار  $K$  عند اللحظة  $t=0$ ، ونسجل بواسطة نظام مسك معلوماتي المنحنيين  $(C_1)$  و  $(C_2)$  الممثلين للتوترين عند المدخلين  $A$  و  $B$ . (الشكل 2)



1. عيّن المنحنى الذي يمثل التوتر  $u_R(t)$  والمنحنى الذي يمثل التوتر  $u_{PK}(t)$ .
2. حدد قيمة  $I_p$ ، شدة التيار الكهربائي في النظام الدائم.
3. تحقق أن المقاومة  $r$  للموصل الأومي هي  $r=8\Omega$ .
4. أثبت للمعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  المار في الدارة.
5. أوجد تعبير  $A$  و  $\tau$  بدلالة برامترات الدارة ليكون حل المعادلة التفاضلية هو  $i(t)=A.(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ .
6. حدد قيمة ثابتة الزمن  $\tau$ .
7. استنتج قيمة معامل التحريض  $L$  للوشيعة.
8. أوجد الطاقة  $\mathcal{E}$  المخزونة في الوشيعة عند اللحظة  $t=\frac{\tau}{2}$ .



الجزء الثاني (5,1 نقط): استقبال موجة مضغوطة الوسع  
لاستقبال موجة إذاعية مضغوطة الوسع ترددها  $f_0 = 594 \text{ kHz}$  ، نستعمل الجهاز المبسط والممثل في الشكل 3.



الشكل 3

اكتب (ي) على ورقة التحرير الجواب الصحيح من بين الاقتراحات الأربعة لكل سؤال دون إضافة أي تعليق أو تفسير:

1. يتكون الجزء 1 من هوائي و شريحة مقاومتها مهملة ومعامل تحريضها  $L_1 = 1,44 \text{ mH}$  مركبة على التوازي مع مكثف سعته  $C$  قابلة للضبط.

1.1. الدور الذي يلعبه الجزء 1 هو:

■ استقبال وانتقاء الموجة ■ إزالة المركبة المستمرة ■ إزالة الموجة الحاملة ■ تضمين الموجة  
1.2. لالتقاط الموجة الإذاعية ذات التردد  $f_0$  ، يجب ضبط سعة المكثف  $C$  على القيمة التقريبية:

■  $499 \text{ pF}$  ■  $49,9 \text{ pF}$  ■  $4,99 \text{ pF}$  ■  $0,499 \text{ pF}$

2. سعة المكثف المستعمل في الجزء 2 ، الذي يلعب دور كاشف الغلاف، هي  $C_2 = 50 \text{ nF}$ .

2.1. للجداء  $R_2 C_2$  بُعد:

■  $[I]$  ■  $[T^{-1}]$  ■  $[T]$  ■  $[L]$

2.2. متوسط تردد الموجات الصوتية هو  $1 \text{ kHz}$ . قيمة المقاومة  $R_2$  التي تمكن من الحصول على إزالة تضمين جيدة للموجة الإذاعية المدروسة هي:

■  $10 \Omega$  ■  $35 \Omega$  ■  $5 \text{ k}\Omega$  ■  $20 \text{ k}\Omega$

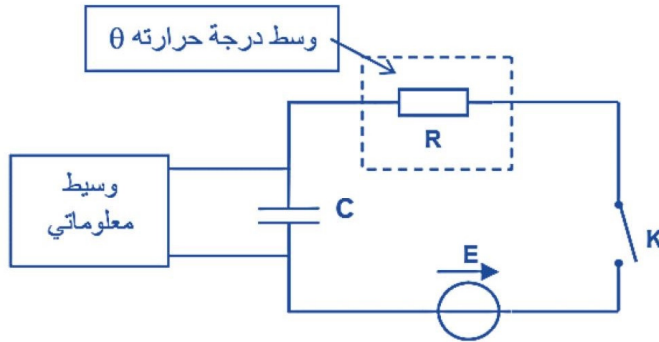
## الإمتحان الوطني - 2015 عادية

الجزآن الأول و الثاني مستقلان

الجزء الأول: دراسة ثنائي القطب RC خاضع لرتبة توتر صاعدة (5,2 نقط)

تمكّن المحارير الإلكترونية من قياس درجة الحرارة المرتفعة جدا التي لا يمكن قياسها بواسطة المحارير الكحولية أو الزئبقية. تعتمد بعض هذه المحارير في اشتغالها على تصرف ثنائي القطب RC خاضع لرتبة توتر صاعدة، حيث تتغير المقاومة  $R$  مع درجة الحرارة.

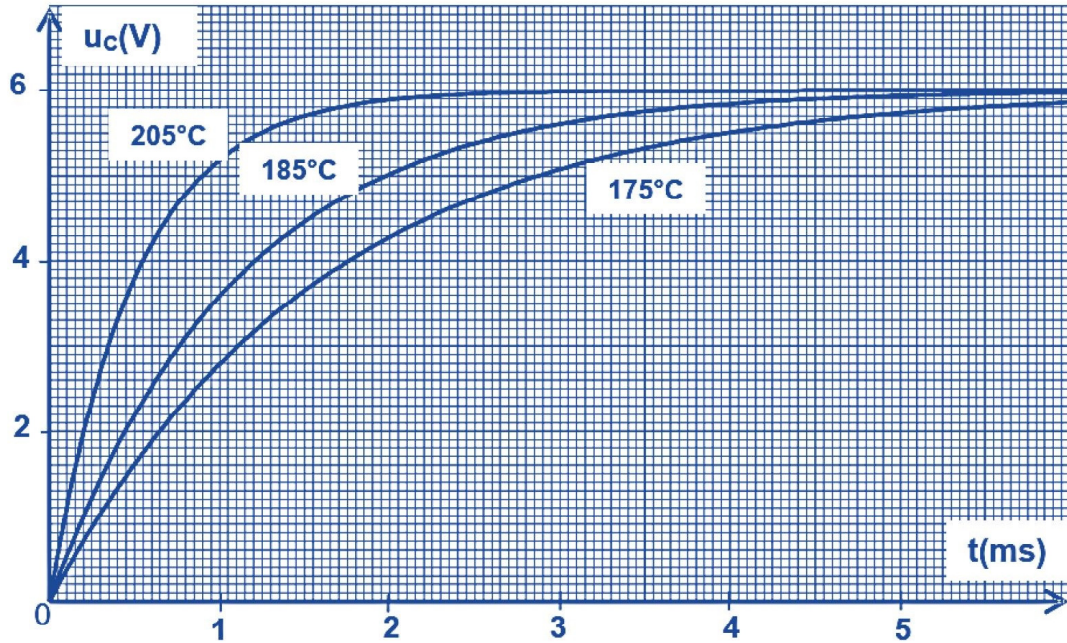
لمعرفة العلاقة بين المقاومة الكهربائية  $R$  ودرجة الحرارة  $\theta$  ، أنجزت أستاذة الفيزياء تركيباً تجريبياً تبيانته ممثلة في الشكل 1 والمكون من :



الشكل 1

- مكثف سعته  $C = 1,5 \mu F$  ؛
- مجس حراري، وهو عبارة عن ثنائي قطب مقاومته الكهربائية  $R$  تتغير مع درجة الحرارة  $\theta$  ؛
- مولد مؤتمل للتوتر، قوته الكهربائية  $E = 6 V$  ؛
- قاطع التيار  $K$  ؛
- وسيط معلوماتي يمكن من تتبع تطور التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن.

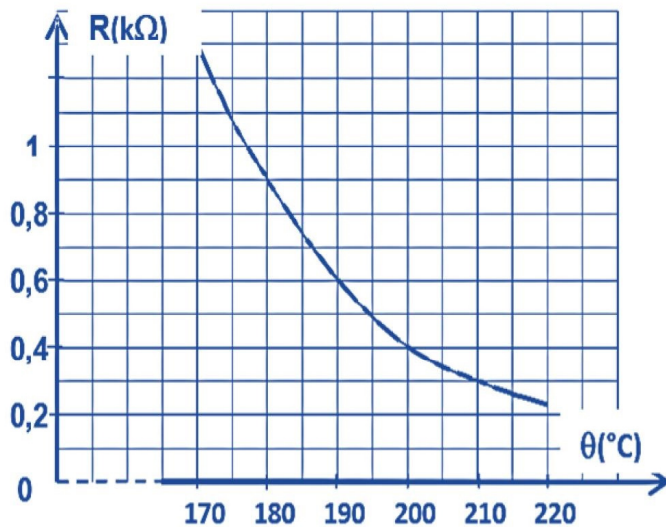
بعد وضع المجس الحراري في وسط درجة حرارته  $\theta$  قابلة للضبط وغلقت قاطع التيار  $K$  ؛ قامت الأستاذة بشحن المكثف عند درجات حرارة مختلفة ، فحصلت على المنحنيات التجريبية الممثلة في الشكل 2.



الشكل 2

- 1.1. انقل تبيان الشكل 1 على ورقة التحرير ومثل عليها التوتر بين مربطي المكثف  $u_C(t)$  والتوتر بين مربطي المجس الحراري  $u_R(t)$  في الاصطلاح مستقبلي.
- 1.2. أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$ .
- 1.3. يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل  $Be^{-\frac{t}{RC}}$
- 1.4. حدد ثابتة الزمن  $\tau_1$  عند درجة الحرارة  $\theta_1 = 205^\circ C$  ، ثم استنتج تأثير ارتفاع درجة الحرارة على مدة شحن المكثف .



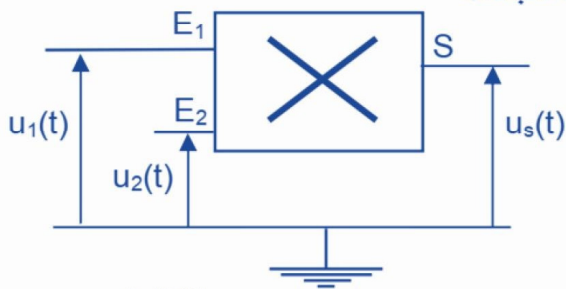


الشكل 3

1.5. لقياس درجة الحرارة  $\theta_2$  لفرن كهربائي ، وضعت الأستاذة المجس الحراري المدروس في الفرن، ثم حددت تجريبيا ثابتة الزمن  $\tau_2$  باستعمال نفس التركيب السابق (الشكل 1)، فوجدت القيمة  $\tau_2 = 0,45 \text{ ms}$ . يعطي منحنى الشكل 3 تغيرات مقاومة المجس الحراري R بدلالة درجة الحرارة  $\theta$ . أوجد قيمة درجة الحرارة  $\theta_2$  داخل الفرن الكهربائي.

## الجزء الثاني: دراسة تضمين الوسع (2 نقط)

نلجأ إلى عملية التضمين لنقل المعلومات لمسافات كبيرة جدا بواسطة موجات كهرومغناطيسية . من بين المركبات الإلكترونية المعتمدة في تضمين الوسع ، نستعمل دائرة متكاملة منجزة للجداء. يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة تضمين الوسع.



الشكل 4

خلال حصة الأشغال التطبيقية، طبقت مجموعة من التلاميذ توترا جيبيا تعبيره  $u_1(t) = U_0 + U_{m1} \cos(2\pi f t)$  عند المدخل  $E_1$  لدائرة متكاملة منجزة للجداء، حيث  $U_0$  توتر المركبة المستمرة، وتوترا جيبيا تعبيره  $u_2(t) = U_{m2} \cos(2\pi F t)$  الموافق لموجة حاملة عند المدخل  $E_2$ . (الشكل 4)

2.1. يكون تعبير التوتر  $u_s(t)$  عند مخرج الدارة المتكاملة هو:  $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$ ، مع  $k$  ثابتة تتعلق بالدائرة المتكاملة.

بيّن أن وسع التوتر  $u_s(t)$  يكتب على الشكل :

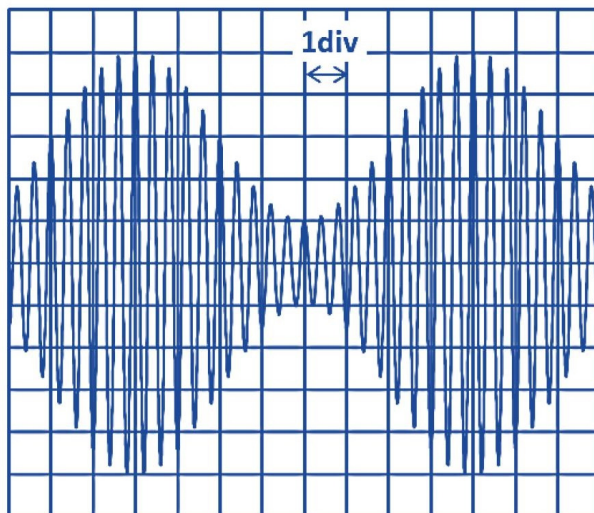
$$u_s = A [1 + m \cdot \cos(2\pi f t)]$$

محددا تعبير كل من  $A$  و  $m$ .

2.2. بعد ضبط كاشف التذبذب على الحساسيتين 1V/div و 0,5 ms/div ، عاين التلاميذ توتر الخروج  $u_s(t)$  المحصل عليه والممثل في الشكل 5.

حدد التردد  $f$  للإشارة المضمّنة والتردد  $F$  للموجة الحاملة.

2.3. بحساب نسبة التضمين  $m$  ، بيّن أن التضمين جيد.



الشكل 5

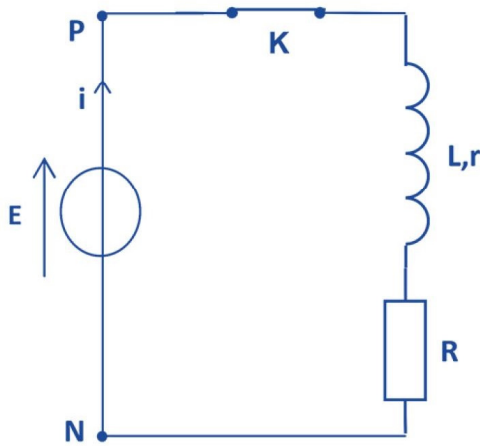
## الإمتحان الوطني - 2015 إستدراكية

تعتبر الموصلات الأومية والمكثفات والوشيعة من المكونات الأساسية التي تدخل في تركيب كثير من الأجهزة الإلكترونية التي نستعملها في حياتنا اليومية.  
يهدف التمرين إلى تحديد مميزتي وشيعة وإلى دراسة دائرة كهربائية متذبذبة حرة لتحديد سعة مكثف .

### 1. استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر صاعدة

يتكون التركيب الممثل في تبيانة الشكل 1 من :

- مولد كهربائي مؤمّل للتوتر قوته الكهرمحركة  $E$  ،
- وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$  ،
- موصل أومي مقاومته  $R = 90 \Omega$  ،
- قاطع التيار  $K$  .



الشكل 1

عند  $t = 0$  ، تم غلق قاطع التيار  $K$  وتتبع تطور التوترين  $u_R$  بين مربطي الموصل الأومي و  $u_{PN}$  بين مربطي المولد الكهربائي بدلالة الزمن.

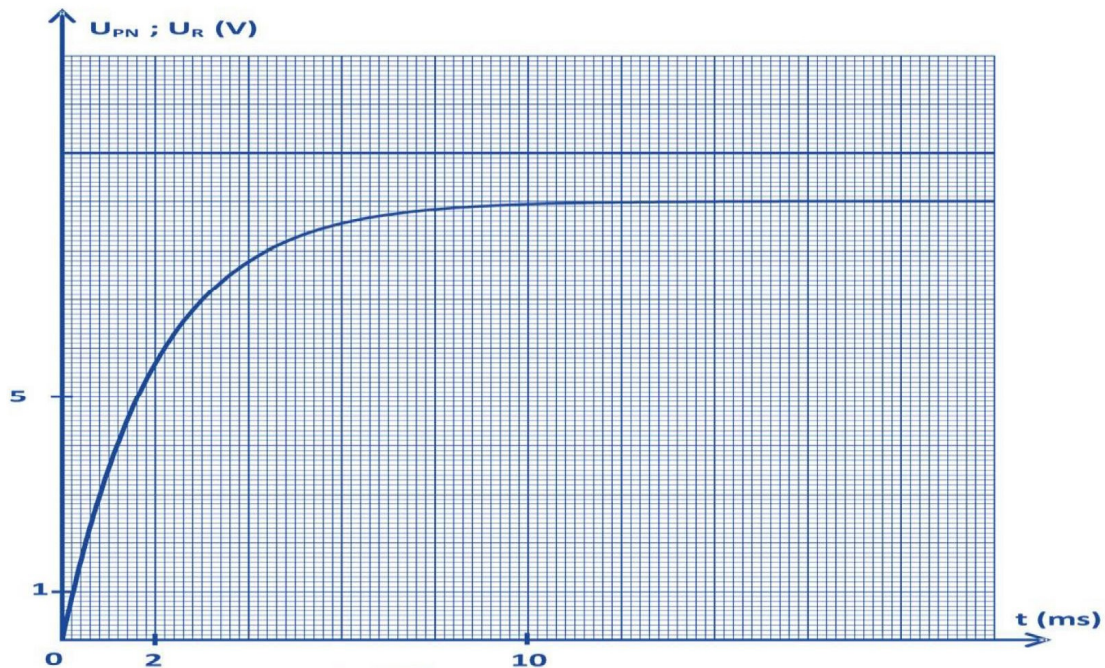
يمثل الشكل 2 منحنيني التوترين  $u_R(t)$  و  $u_{PN}(t)$ .

1.1. أنقل تبيانة الشكل 1 على ورقة التحرير، ومثل عليها التوتر  $u_R$  في الاصطلاح مستقبل .

1.2. باستثمار وثيقة الشكل 2 ، أوجد :

- أ - القوة الكهرمحركة  $E$  للمولد.
- ب - قيمة ثابتة الزمن  $\tau$  .
- ج - المقاومة  $r$  للوشيعة.

1.3. بيّن أن قيمة معامل التحريض للوشيعة هي :  $L = 0,2 \text{ H}$  .

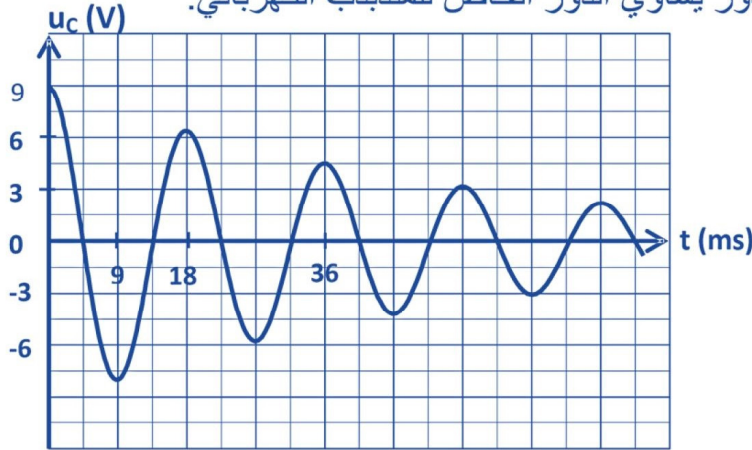




# الإمتحانات الوطنية

كهرباء

2. التذبذبات الكهربائية الحرة في دائرة RLC متوالية.  
للحصول على تذبذبات كهربائية حرة، نعوض في التركيب السابق (الشكل 1) المولد الكهربائي بمكثف سعته  $C$  مشحون بدنياً.  
بواسطة عدة معلوماتية ملائمة، نتتبع تطور التوتر  $u_C$  بين مربطي هذا المكثف بدلالة الزمن، فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل 3 .
- 2.1. أرسم تبيانة التركيب التجريبي وبيّن عليها كيفية ربط نظام المسك المعلوماتي لتتبع تطور  $u_C(t)$  .
- 2.2. أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$  .
- 2.3. أوجد السعة  $C$  للمكثف باعتبار شبه الدور يساوي الدور الخاص للمتذبذب الكهربائي.



- 2.4. حدد الطاقة الكلية  $\mathcal{E}$  للدائرة عند اللحظة  $t_1 = 36\text{ms}$  .
- 2.5. علل، من منظور طاقي، نظام التذبذب الممثل في الشكل 3 .

الشكل 3

## الإمتحان الوطني - 2014 عادية

- توجد بالمختبر مواد كيميائية تتأثر برطوبة الهواء . ولتحديد نسبة الرطوبة  $x$  داخل مختبر ، اختار تقني القيام بتجربتين ، وذلك قصد :
- التحقق من قيمة معامل التحريض  $L$  لوشية (b) مقاومتها  $r$  .
  - تحديد نسبة الرطوبة  $x$  بواسطة مكثف تتغير سعته  $C$  مع نسبة الرطوبة .

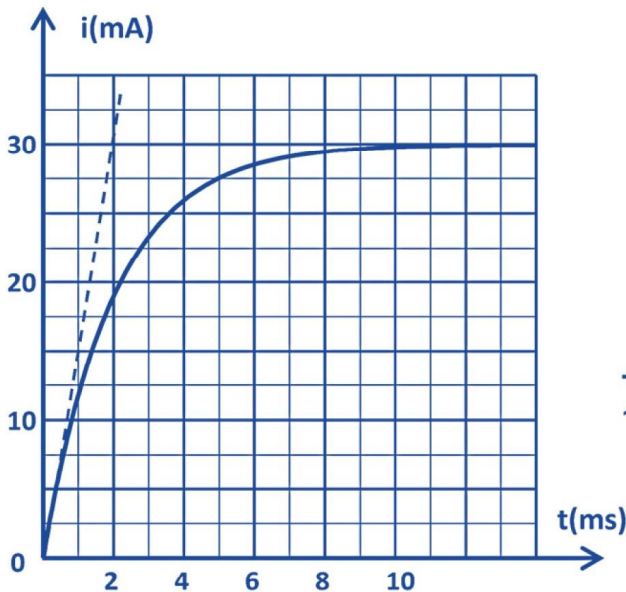
- 1- التجربة الأولى : التحقق من قيمة معامل التحريض للوشية.  
رُكّب تقني المختبر على التوالي العناصر التالية :

- موصلًا أوميًا مقاومته  $R = 200\ \Omega$  .
- الوشية (b) .
- مولداً مؤمّثلاً للتوتر قوته الكهرمحركة  $E$  .
- قاطعاً للتيار  $K$  .

في هذه التجربة ، نعتبر المقاومة الكهربائية  $r$  للوشية مهملّة أمام  $R$  .

عند لحظة  $t = 0$  ، أغلق التقني قاطع التيار . وباستعمال وسيط معلوماتي ، عاين التوتر  $u_R(t)$  بين مربطي الموصل الأومي . بعد المعالجة المعلوماتية للمعطيات حصل على منحنى الشكل 1 الذي يمثل شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  المار في الدارة .

- 1.1- أرسم تبيانة التركيب التجريبي مبينا عليها كيفية ربط الوسيط المعلوماتي لمعاينة  $u_R(t)$  . ( يُربط الوسيط المعلوماتي بنفس الطريقة التي يُربط بها راسم التذبذب)



الشكل 1

## 2 - التجربة الثانية : تحديد نسبة الرطوبة باستعمال متذبذب كهربائي .

أنجز التقني التركيب التجريبي الممثل في الشكل 2 والمكوّن من :

- الوشيعية السابقة (b) ذات المقاومة  $r$  ومعامل التحريض  $L$  .

- المكثف ذي السعة  $C$  .

- المولد المؤمّنل للتوتر ذي القوة الكهرومحرّكة  $E$  .

- موصل أومي مقاومته  $R'$  .

- قاطع التيار  $K$  ذي موضعين .

- مولد كهربائي  $G$  يزود الدارة بتوتر  $u_G = k.i(t)$  ، حيث  $k$  برامتر موجب قابل للضبط .

بعد شحن المكثف كلياً ، أرجح التقني قاطع التيار إلى الموضع 2

عند لحظة  $t_0 = 0$  . ( الشكل 2 )

يمثل منحنى الشكل 3 التوتر  $u_C(t)$  المحصل عليه بين مربطي

المكثف في حالة ضبط البرامتر  $k$  على القيمة  $k = r$  .

2.1- أي نظام من أنظمة التذبذب يبرزه هذا المنحنى؟

2.2- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$  .

2.3- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل :

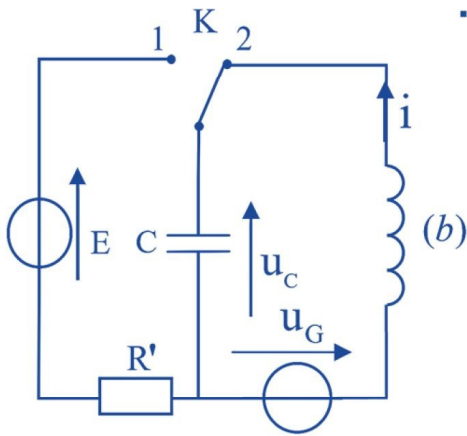
$$u_C(t) = U_0 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t\right)$$

أوجد تعبير الدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب الكهربائي .

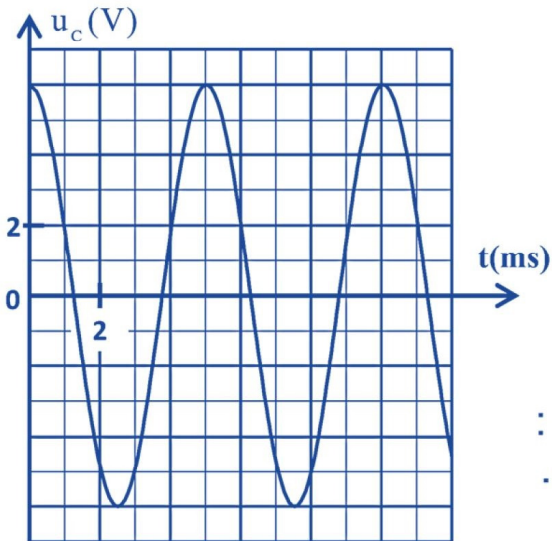
2.4 - تتغير السعة  $C$  للمكثف مع نسبة الرطوبة  $x$  حسب العلاقة :

$C = 0,5 \cdot x - 20$  ، حيث  $C$  بالوحدة  $(\mu F)$  و  $x$  نسبة مئوية (%) .

حدد نسبة الرطوبة  $x$  داخل المختبر .



الشكل 2



الشكل 3

## الإمتحان الوطني - 2014 إستدراكية

طلب أستاذ من تلاميذه تحديد سعة مكثف من أجل استعماله في تركيب دائرة كشف الغلاف وهي إحدى

المكونات الأساسية في جهاز مذياع AM، لذا اقترح عليهم الأنشطة التالية :

- تحديد سعة مكثف باستعمال مولد مؤمّنل للتيار .

- التحقق من سعة المكثف من خلال دراسة استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر صاعدة .

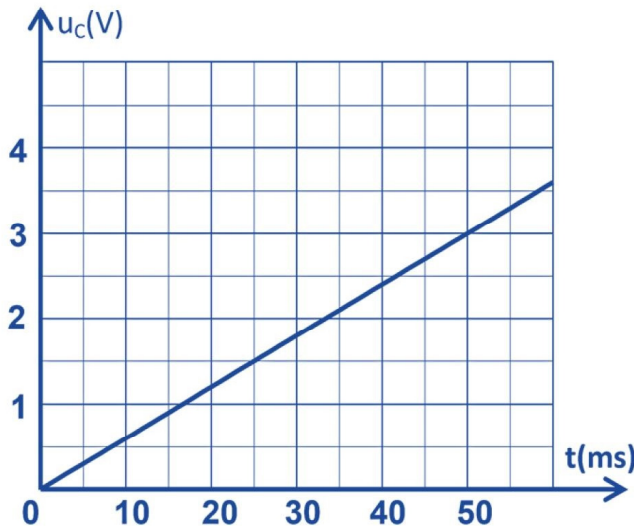
- استعمال المكثف المدروس وموصل أومي في تركيب دائرة كشف الغلاف .

1 - دراسة شحن مكثف:

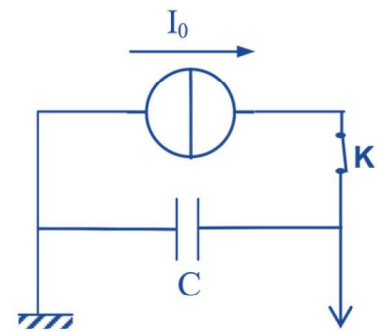
أنجزت مجموعة التلاميذ التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 ، وباستعمال وسيط معلوماتي تمت معاينة

التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف خلال شحنه بواسطة مولد مؤمّنل للتيار شدته  $I_0 = 72 \mu A$  .





الشكل 2



الشكل 1

1.1- انقل تبيانة الشكل 1 ومثل عليها التوتر  $u_C(t)$  في اصطلاح مستقبل.

1.2- يمثل منحنى الشكل 2 تغير التوتر المعايين  $u_C$  بدلالة الزمن .

1.2.1- عبّر عن التوتر  $u_C$  بدلالة  $I_0$  و  $t$  و السعة  $C$  للمكثف.

1.2.2- تحقق أن قيمة هذه السعة هي  $C = 1,2 \mu F$ .

2- دراسة استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر صاعدة :

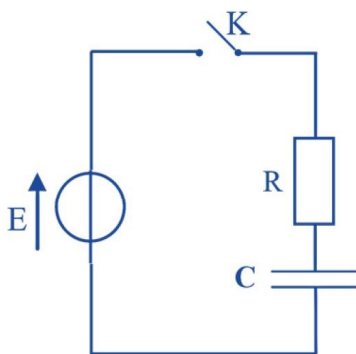
للتحقق من سعة المكثف السابق ، أنجزت مجموعة التلاميذ التركيب التجريبي الممثل في الشكل 3 باستعمال:

- المكثف السابق؛

- موصل أومي مقاومته  $R = 1 k\Omega$ ؛

- مولد مؤمّن للتوتر قوته الكهرمحركة  $E$ ؛

- قاطع التيار  $K$ .



الشكل 3

عند اللحظة  $t = 0$  ، أغلق أحد التلاميذ الدارة لشحن المكثف المفرغ بدئيا.

تمت معاينة تغيرات التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف باستعمال وسيط معلوماتي مناسب.

2.1- بيّن أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$  تكتب على الشكل  $u_C(t) + \tau \frac{du_C(t)}{dt} = E$  محددًا

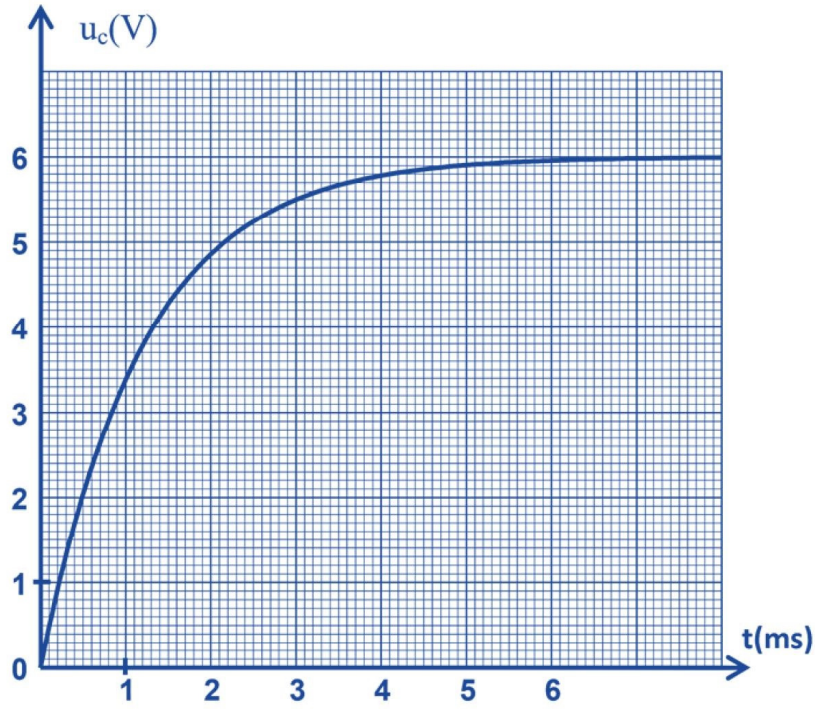
تعبير ثابتة الزمن  $\tau$  بدلالة  $R$  و  $C$ .

2.2- باستعمال معادلة الأبعاد ، بيّن أن للثابتة  $\tau$  بعدا زمنيا.

2.3- حدد تعبير كل من الثابتتين  $A$  و  $B$  بدلالة  $E$  لكي يكون حل المعادلة التفاضلية على الشكل :

$$u_C = A + B e^{-\frac{t}{\tau}}$$

2.4- يمثل منحنى الشكل 4 التوتر  $u_C(t)$  الذي تمت معاينته . حدد  $\tau$  وتحقق من قيمة السعة  $C$  للمكثف .



الشكل 4

### 3 – توظيف المكثف في عملية كشف الغلاف

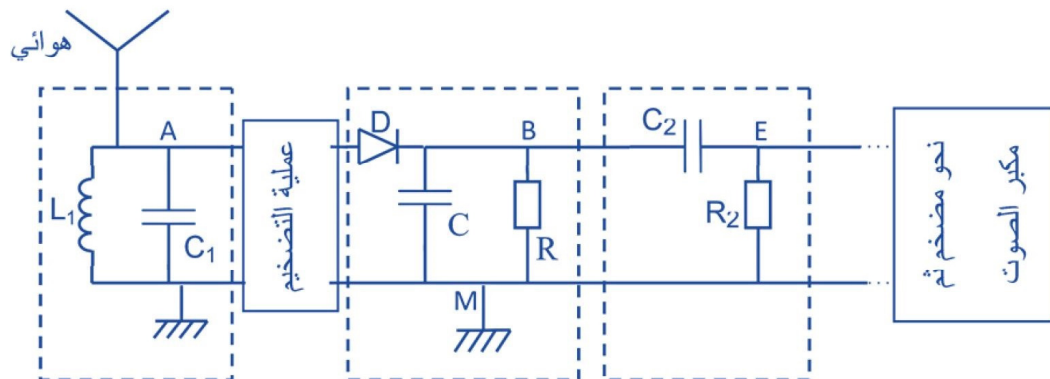
يمثل الشكل 5 التركيب المبسط الذي أنجزته مجموعة التلاميذ لاستقبال موجة AM . يكتب تعبير التوتر الكهربائي في النظام العالمي للوحدات (SI) عند مخرج دائرة الانتقاء على الشكل :

$$u(t) = 0,1 \cdot [0,5 \cos(10^3 \pi t) + 0,7] \cdot \cos(2 \cdot 10^4 \pi t)$$

3.1- حدد التردد  $F_p$  للتوتر الحامل والتردد  $f_s$  للإشارة المضمّنة .

3.2- احسب نسبة التضمين  $m$  . ماذا تستنتج؟

3.3- يتكون كاشف الغلاف للتركيب المنجز من المكثف والموصل الأومي السابقين :  $C = 1,2 \mu F$  و  $R = 1 k\Omega$  . هل حصل التلاميذ على كشف غلاف جيد؟ علل الجواب.

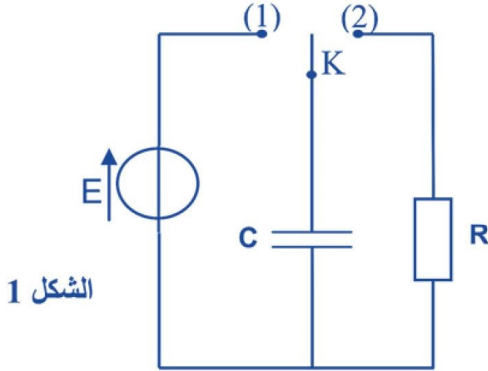


الشكل 5



## الإمتحان الوطني - 2013 عادية

يهدف هذا التمرين إلى التحقق التجريبي من قيمة السعة  $C$  لمكثف وتحديد معامل التحريض  $L$  لوشية وإلى دراسة تركيب تجريبي بسيط يمكن من استقبال موجة  $AM$ .



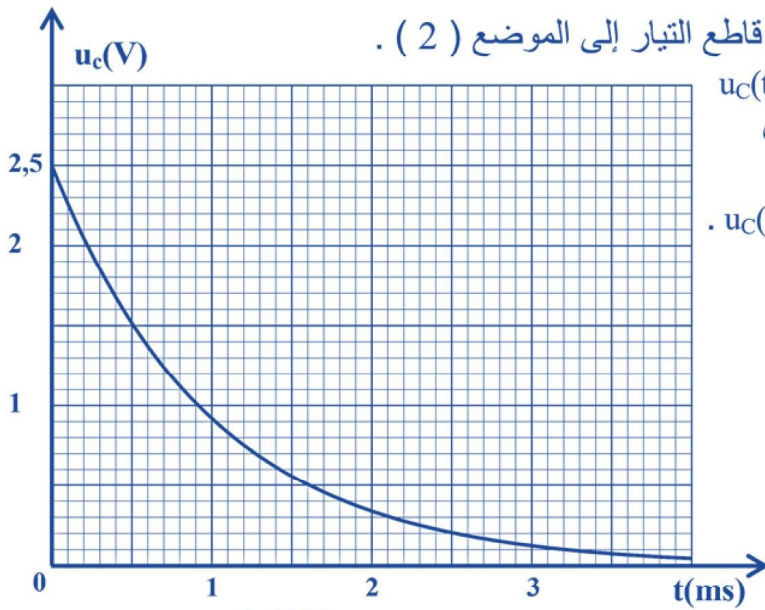
الشكل 1

**1- دراسة ثنائي القطب RC خاضع لرتبة توتر**  
في مرحلة أولى ، تم إنجاز التركيب التجريبي الممثل في الشكل (1) والمكوّن من :  
- مكثف سعته  $C$  ؛

- موصل أومي مقاومته  $R=10^6 \Omega$  ؛

- مولد قوته الكهرومحرّكة  $E$  ومقاومته الداخلية مهملة ؛

- قاطع التيار  $K$  ذي موضعين.



الشكل 2

نشحن المكثف كلياً ثم ، عند اللحظة  $t=0$  ، نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع (2) .

نعاين بواسطة عدة معلوماتية ملائمة تغير التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف ، فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل 2.

1.1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$  .

1.2- أوجد تعبير  $\tau$  ليكون  $u_C(t) = U_{\max} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

حلاً للمعادلة التفاضلية السابقة.

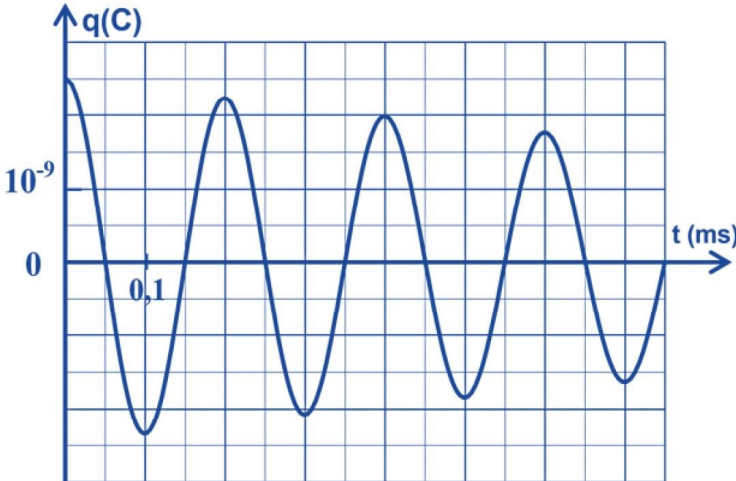
1.3- بيّن أن سعة المكثف هي  $C \approx 1 \text{ nF}$  .

(  $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$  )

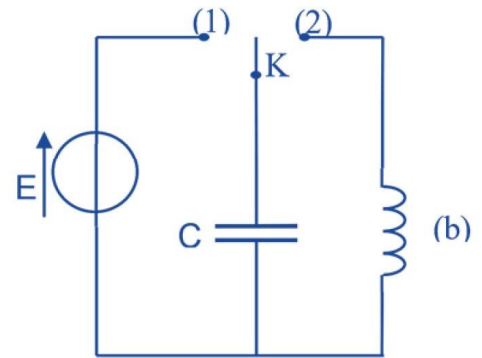
**2- دراسة التذبذبات الحرة في دائرة RLC متوالية**

في مرحلة ثانية ، نعوض الموصل الأومي السابق بوشية (b) معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$  . ( الشكل 3 )  
بعد شحن المكثف كلياً ، نؤرجح عند اللحظة  $t = 0$  قاطع التيار  $K$  إلى الموضع 2 .

نعاين تغيرات الشحنة  $q(t)$  للمكثف بواسطة نفس عدة المعلوماتية فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل 4 .



الشكل 4



الشكل 3

2.1- أي نظام من الأنظمة الثلاثة للتذبذب يبيّنه الشكل 4 ؟

2.2- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$  للمكثف .

- 2.3- باعتبار أن شبه الدور  $T$  يساوي الدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب ، أوجد قيمة المعامل  $L$  .  
 2.4- أحسب الطاقة المبددة بمفعول جول في الدارة بين اللحظتين  $t_1 = 0$  و  $t_2 = 2T$  .

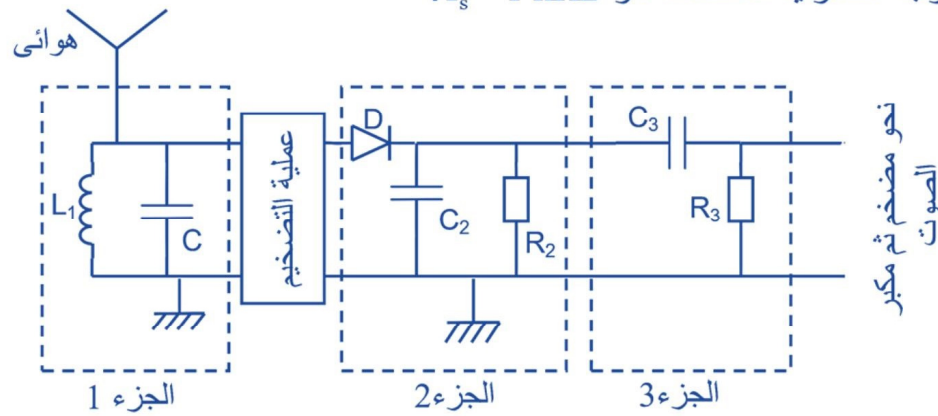
### 3 - استقبال إشارة مضمنة الوسع

ننجز التركيب المبسط لجهاز استقبال موجة AM الممثل في الشكل 5 والمكون من ثلاثة أجزاء رئيسية . يتكون الجزء 1 من تجميع على التوازي لوشيعية ، معامل تحريضها  $L_1 = 1,1\text{mH}$  ومقاومتها مهملة ، مع المكثف المدروس سابقا.

3.1- ما هو دور الجزء 3 في عملية إزالة التضمين ؟

3.2- ما قيمة التردد  $f_0$  للموجة الهرتزية التي سيلتقطها هذا الجهاز المبسط ؟

3.3- نحصل على كشف الغلاف بجودة عالية باستعمال مكثف سعته  $C_2 = 4,7\text{ nF}$  وموصل أومي مقاومته  $R_2$  .  
 من بين الموصلات الأومية ذات المقاومات التالية :  $0,1\text{ k}\Omega$  و  $1\text{ k}\Omega$  و  $150\text{ k}\Omega$  ، حدد قيمة  $R_2$  الملائمة علما أن تردد الموجة الصوتية المضمنة هو  $f_s = 1\text{ kHz}$  .



الشكل 5

## الإمتحان الوطني - 2013 إستدراكية

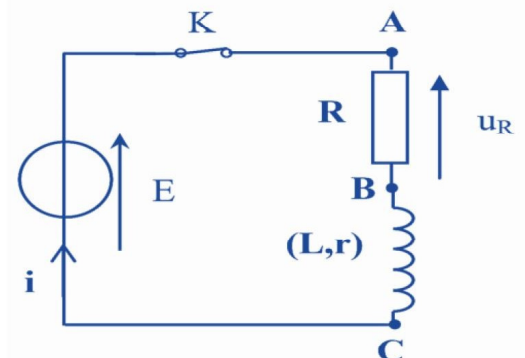
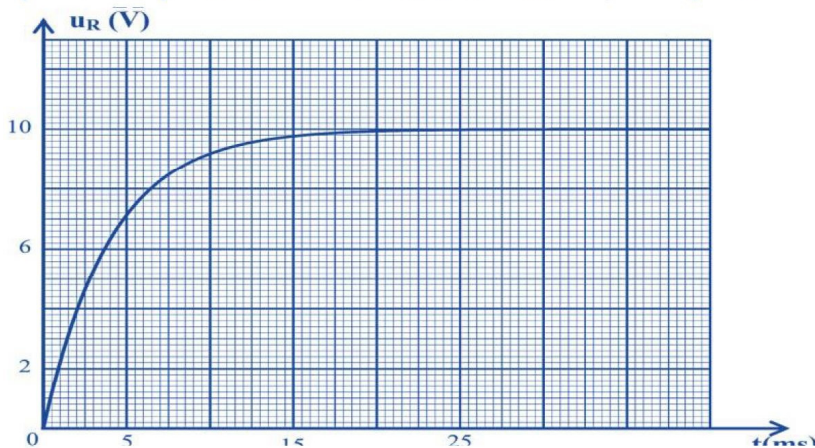
تحتوي مجموعة من الأجهزة السمعية على مكبرات للصوت . تشتمل هذه الأخيرة على دارات كهربائية من مكوناتها الأساسية الوشيعات .

يهدف هذا التمرين إلى تحديد مميزتي وشيعة لمكبر للصوت باعتماد تجربتين مختلفتين .

### التجربة الأولى :

يتضمن مكبر الصوت وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$  . لتحديد هذين المقدارين المميزين للوشيعة تم إنجاز التركيب التجريبي المبين في الشكل 1 حيث  $E = 12\text{V}$  و  $R = 42\Omega$  .

مباشرة بعد غلق الدارة ، نعاين بواسطة جهاز معلوماتي ملائم تطور التوتر  $u_R$  بدلالة الزمن . ( الشكل 2 )



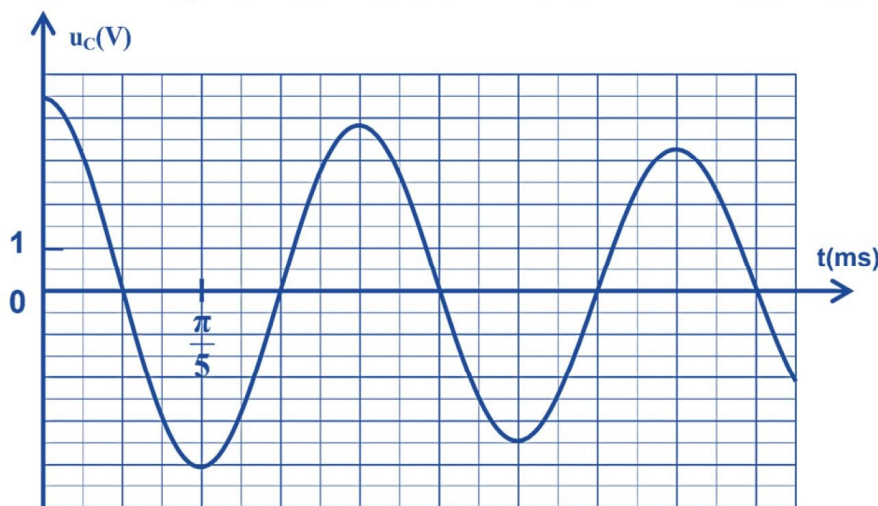
الشكل 1



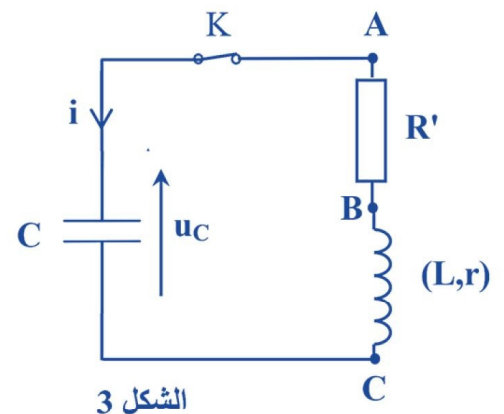
- 1- بيّن أن التوتر  $u_R$  بين مربطي الموصل الأومي يحقق المعادلة التفاضلية :  $A = u_R + \tau \frac{du_R}{dt}$  ، محددًا تعبير كل من الثابتين  $A$  و  $\tau$  بدلالة برامترات الدارة .
- 2- تحقق أن للثابتة  $\tau$  بعدا زمنيا .
- 3- أوجد :
  - 3.1- المقاومة الكهربائية  $r$  للوشية .
  - 3.2- معامل التحريض الذاتي  $L$  للوشية .

## التجربة الثانية :

نركّب الوشية السابقة على التوالي مع مكثف مشحون كلياً سعته  $C = 0,2 \mu F$  وموصل أومي مقاومته  $R' = 200 \Omega$  ( الشكل 3 ) .  
بواسطة نفس العدة المعلوماتية ، نحصل على منحنى الشكل 4 الذي يمثل التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن .



الشكل 4

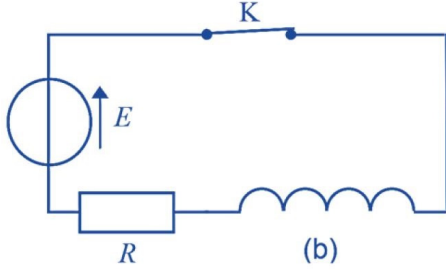


الشكل 3

- 1- أي نظام من الأنظمة الثلاثة للتذبذب يوافق المنحنى الممثل في الشكل 4 ؟
- 2- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$  .
- 3- باعتبار أن شبه الدور  $T$  يساوي الدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب LC ، تحقق من قيمة معامل التحريض الذاتي  $L$  للوشية المدروسة.
- 4- أوجد الطاقة المبددة في الدارة بمفعول جول بين اللحظتين  $t_0 = 0$  و  $t_1 = \frac{3}{2}T$  .
- 5- لتعويض الطاقة المبددة بمفعول جول ، نركّب على التوالي في الدارة السابقة (الشكل 3) مولدا كهربائيا يعطي توترا  $u_G$  يتناسب اطرادا مع شدة التيار ، حيث  $u_G(t) = k.i(t)$  .
  - 5.1- أثبت في هذه الحالة المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$  للمكثف .
  - 5.2- ضبط البرامتر  $k$  على القيمة 208,4 للحصول على تذبذبات كهربائية جيبيّة . تحقق من قيمة المقاومة الكهربائية  $r$  للوشية المدروسة.

## الإمتحان الوطني - 2012 عادية

في إطار إنجاز مشروع علمي ، طالبت أستاذة مؤطرة بنادي علمي مجموعة من التلاميذ أن يتحققوا من معامل التحريض  $L$  و المقاومة  $r$  لوشية (b) ومن مدى تأثير هذه المقاومة على الطاقة الكهربائية الكلية لدارة متوالية RLC حرة .

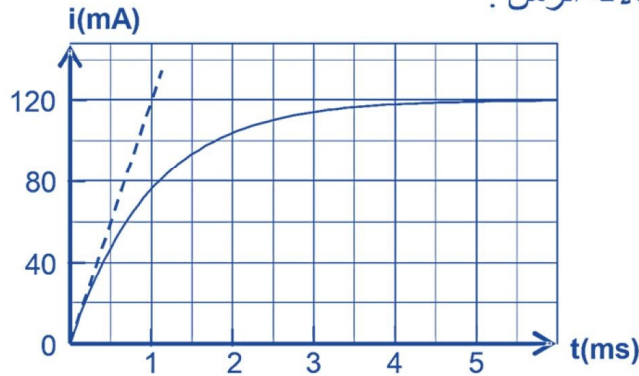


الشكل 1

الجزء الأول : استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر صاعدة أنجزت المجموعة التركيب الممثل في الشكل 1 والمكوّن من :

- الوشية (b) ؛
- موصل أومي مقاومته  $R = 92 \Omega$  ؛
- مولد قوته الكهربائية  $E = 12 V$  ومقاومته الداخلية مهملة ؛
- قاطع التيار K .

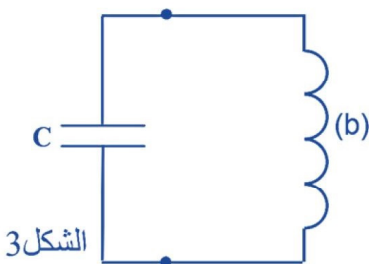
- 1- انقل على ورقة التحرير الشكل 1 ومثل عليه التوتر  $u_R$  بين مربطي الموصل الأومي والتوتر  $u_b$  بين مربطي الوشية في الاصطلاح مستقبل .
- 2- استعان التلاميذ بعدة معلوماتية ملائمة ، فحصلوا تجريبيا على منحنى الشكل 2 الذي يمثل تغيرات شدة التيار الكهربائي  $i$  المار في الدارة بدلالة الزمن .



الشكل 2

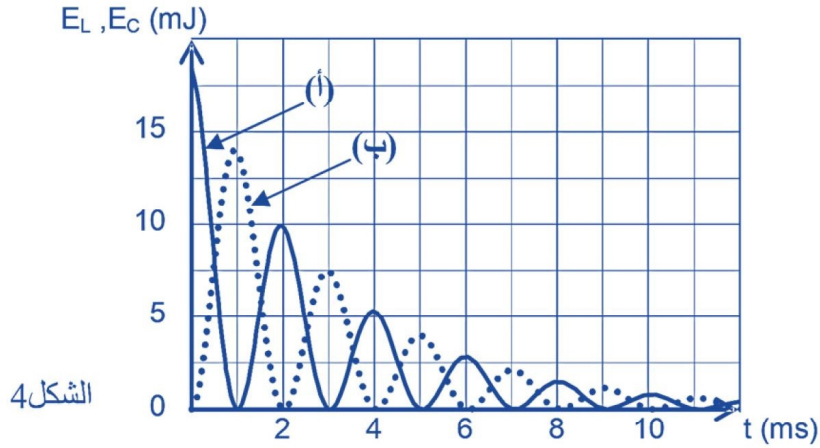
- 2.1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i(t)$  .
- 2.2- حل المعادلة التفاضلية هو  $i(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  ؛ أوجد تعبيرَي الثابتين  $A$  و  $\tau$  بدلالة برامترات الدارة .
- 2.3- حدد قيمتي  $L$  و  $r$  .

الجزء الثاني : تأثير المقاومة الكهربائية على الطاقة الكلية لدارة متوالية RLC حرة للتعرف على تأثير المقاومة  $r$  للوشية (b) على الطاقة الكلية لدارة متوالية RLC حرة ، ركب التلاميذ ، عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ ، مكثفا سعته  $C$  مشحونا كلياً مع هذه الوشية كما هو مبين في الشكل 3. بواسطة عدة معلوماتية ملائمة ، تمت معاينة التغيرات الممثلة في الشكل 4 لكل من الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف والطاقة الكهربائية المخزونة في الوشية بدلالة الزمن.



الشكل 3





الشكل 4

- 1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$  للمكثف.
- 2- حدد ، من بين المنحنيين (أ) و (ب) ، المنحنى الموافق للطاقة الكهربائية المخزنة في الوشيعَة (b) .
- 3- نرسم للطاقة الكلية المخزنة في الدارة عند لحظة  $t$  بالرمز  $E_T$  ويمثل مجموع الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف والطاقة الكهربائية المخزنة في الوشيعَة عند نفس اللحظة  $t$  .

3.1- اكتب تعبير الطاقة الكلية  $E_T$  بدلالة  $C$  و  $L$  و  $q$  و  $\frac{dq}{dt}$  .

3.2- بيّن أن الطاقة الكلية  $E_T$  تتناقص مع الزمن حسب العلاقة  $dE_T = -ri^2 dt$  ثم فسّر سبب هذا التناقص .

4- حدد الطاقة المبددة في الدارة بين اللحظتين  $t_1 = 2ms$  و  $t_2 = 3ms$  .

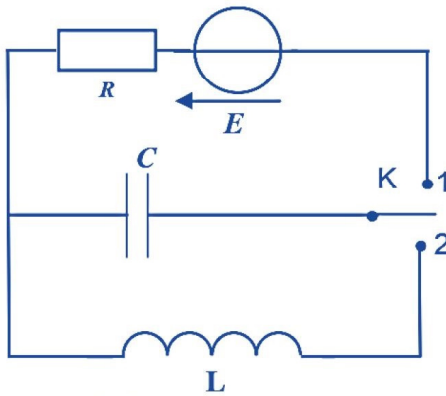
## الإمتحان الوطني - 2012 إستدراكية

### الجزءان مستقلان

#### الجزء الأول : دراسة الدارة LC

ننجز التركيب المبين في الشكل 1 المكون من :

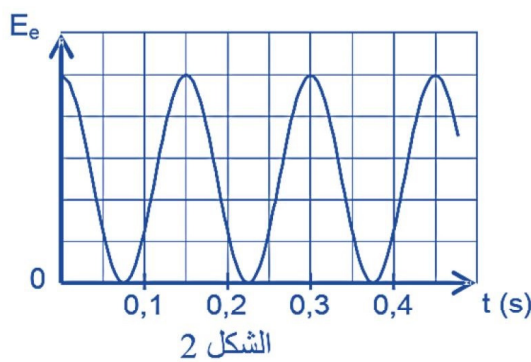
- مولد كهربائي قوته الكهرومحرّكة  $E = 12V$  ومقاومته الداخلية مهملة ؛
- مكثف سعته  $C = 4,7 \cdot 10^{-3} F$  ؛
- موصل أومي مقاومته  $R = 200 \Omega$  ؛
- وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها مهملة ؛
- قاطع التيار  $K$  ذي موضعين .



الشكل 1

نضع القاطع  $K$  في الموضع 1 إلى أن يُشحن المكثف كلياً ثم نُورجعه إلى الموضع 2 عند لحظة  $t_0 = 0$  نعتبرها أصلاً للتواريخ.

- 1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q$  للمكثف .
- 2- أوجد تعبير الدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب بدلالة  $L$  و  $C$  لكي يكون



التعبير  $q(t) = Q_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$  حلا لهذه المعادلة التفاضلية.

3- تحقق أن للدور  $T_0$  بعد زمني .

4- احسب القيمة القصوى  $Q_m$  لشحنة المكثف .

5- يعطي الشكل 2 تغيرات الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف بدلالة الزمن .

5.1- علما أن الدور  $T$  للطاقة  $E_e$  هو  $T = \frac{T_0}{2}$  ، حدد قيمة  $T_0$  .

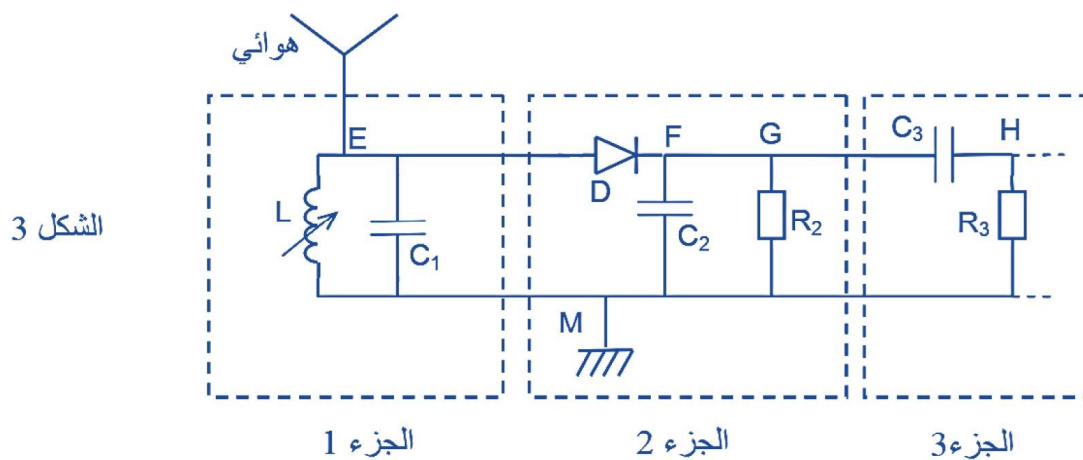
5.2- استنتج قيمة معامل التحريض  $L$  للوشية المستعملة .

6- نذكر بأن الطاقة الكلية  $E_T$  للدائرة هي ، في كل لحظة ، مجموع الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف والطاقة المخزونة في الوشية . بين أن الطاقة  $E_T$  ثابتة واحسب قيمتها .

الجزء الثاني: استقبال موجة مضمنة الوسع وإزالة التضمين

لاستقبال موجة منبعثة من محطة إذاعية ، نستعمل الجهاز المبسط والمكوّن من 3 أجزاء كما هو ممثل

في الشكل 3 .



1- يتكون الجزء 1 من هوائي و وشية معامل تحريضها قابل للضبط مقاومتها مهملة ومكثف سعته  $C_1 = 4,7 \cdot 10^{-10} F$  ، مركبين على التوازي .

1.1- ما هو الدور الذي يلعبه الجزء 1 ؟

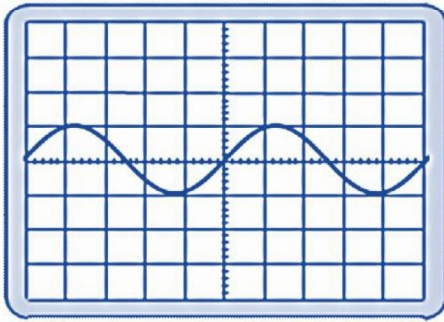
1.2- لاستقبال موجة AM ذات التردد  $f = 160 kHz$  ، نضبط معامل التحريض للوشية على القيمة  $L_1$  .

احسب  $L_1$  .

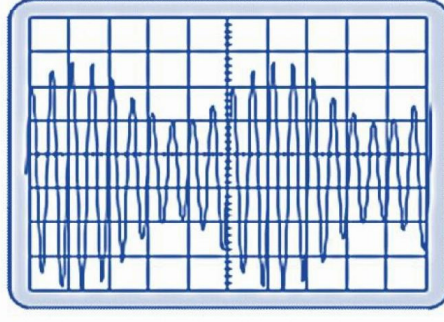
2- يمكّن الجزءان 2 و 3 من إزالة تضمين الإشارة المستقبلة . ما دور كل من الجزئين 2 و 3 في عملية إزالة التضمين ؟



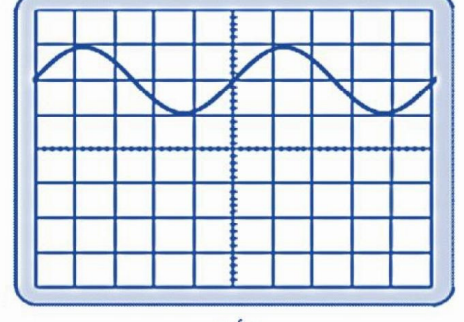
3- نعاين على راسم التذبذبات التوترات  $u_{EM}$  و  $u_{GM}$  و  $u_{HM}$  ، فنحصل على المنحنيات التالية :



(ج)



(ب)

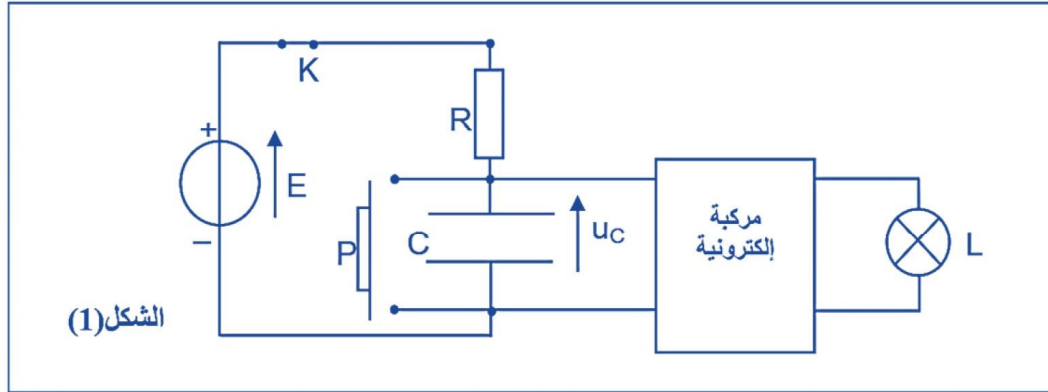


(أ)

أقرن كل منحنى من المنحنيات الثلاثة (أ) و (ب) و (ج) بالتوتر الموافق له ؛ علل جوابك .

## الإمتحان الوطني - 2011 عادية

يستعمل مؤقت الإنارة (minuterie) لترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في العمارات السكنية، وهو جهاز كهربائي يسمح بالتحكم الآلي في إطفاء مصابيح السلالم والأروقة بعد مرور مدة زمنية قابلة للضبط مسبقا. نهدف إلى دراسة مبدأ اشتغال مؤقت الإنارة.



الشكل (1)

يُمثل الشكل (1) جزءا من تركيب مبسط لمؤقت الإنارة مكون من :

- مولد مؤتمل للتوتر المستمر، قوته الكهربائية  $E$  .
- قاطع التيار  $K$  .
- موصل أومي مقاومته  $R$  .
- مكثف سعته  $C$  .
- زر  $P$  يلعب دور قاطع التيار.
- مركبة إلكترونية تمكّن من إضاءة المصباح  $L$  ما دام التوتر  $u_c$  بين مربطي المكثف أصغر أو يساوي توترا حديا  $U_s$  .

نقبل أن شدة التيار الكهربائي المار في مدخل المركبة الإلكترونية تبقى منعدمة في كل لحظة.

## 1. دراسة ثنائي القطب RC

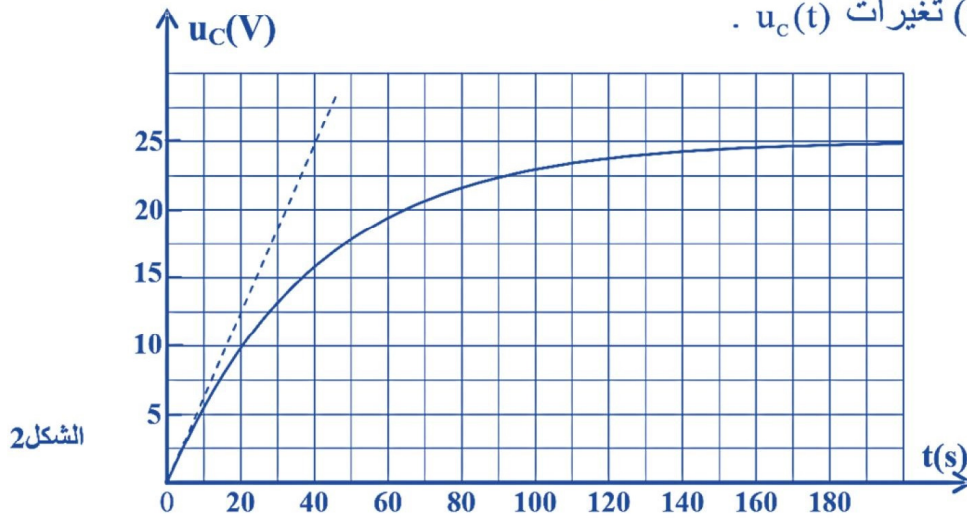
عند اللحظة  $t = 0$  ، نغلق قاطع التيار  $K$  ونترك الزر  $P$  مفتوحا ، فيُشحن المكثف تدريجيا بواسطة المولد .  
نعين تطور التوتر  $u_c(t)$  بين مربطي المكثف باستعمال وسيط معلوماتي ملائم.

1.1. بين أن التوتر  $u_c$  يحقق المعادلة التفاضلية :  $u_c + RC \frac{du_c}{dt} = E$  . ( 0,5 ن )

1.2. حدد تعبير كل من  $A$  و  $\tau$  لكي تكون الدالة الزمنية  $u_c = A.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  حلا للمعادلة التفاضلية السابقة. ( 0,75 ن )

1.3. بين أن الثابتة  $\tau$  لها بعد زمني. ( 0,25 ن )

1.4. يمثل الشكل (2) تغيرات  $u_c(t)$  .



الشكل 2

حدد مبيانيا قيمة كل من  $A$  و  $\tau$  ، واستنتج قيمة المقاومة  $R$  علما أن سعة المكثف هي  $C = 220 \mu F$  . ( 0,75 ن )

## 2. تحديد مدة اشتغال المؤقت

المدة الزمنية اللازمة لوصول أحد سكان عمارة إلى باب بيته هي  $\Delta t = 80s$  .

2.1. لتكن  $t_s$  اللحظة التي يأخذ فيها التوتر  $u_c$  القيمة الحدية  $E$  ، أوجد تعبير  $t_s$  بدلالة  $E$  و  $\tau$  و  $U_s$  . ( 1 ن )

2.2. علما أن  $U_s = 15V$  ، بين أن المصباح  $L$  ينطفئ قبل وصول ساكن العمارة إلى بيته. ( 0,5 ن )

2.3. حدد القيمة الحدية  $R_s$  لمقاومة الموصل الأومي التي تسمح لساكن العمارة بالوصول إلى باب بيته قبل انطفاء المصباح (نعتبر أن قيم  $C$  و  $E$  و  $U_s$  لا تتغير) . ( 0,75 ن )

## الإمتحان الوطني - 2011 إستدراكية

يوضح الجدول التالي الترددات الموافقة للنوتات الموسيقية الأساسية :

النوتة	Si	La	Sol	Fa	Mi	Ré	Do
التردد (Hz)	494	440	392	349	330	294	262

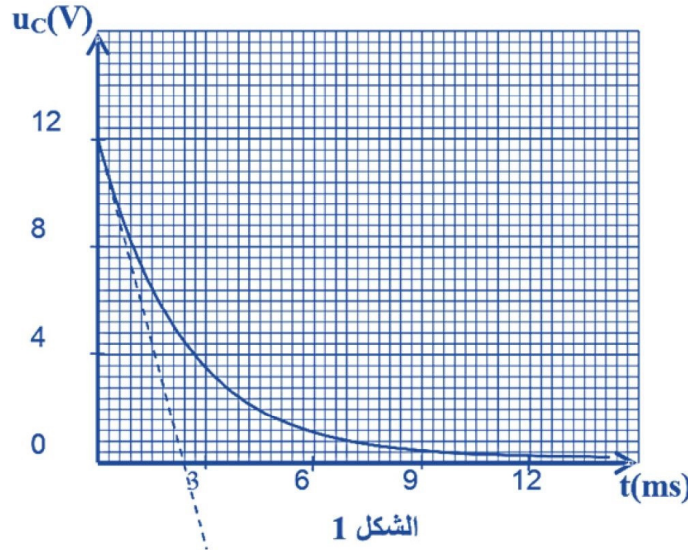
يهدف التمرين إلى ضبط نوتة موسيقية ذات تردد معين باستعمال ثنائي قطب RLC متوالي.

- لتحديد تردد النوتة المتوخاة أنجزت مجموعة من التلاميذ تجربة في مرحلتين :
- المرحلة الأولى: تحديد سعة مكثف  $C$  باعتماد تركيب تجريبي ملائم.
- المرحلة الثانية: ضبط تردد النوتة باستعمال ثنائي قطب RLC متوالي.



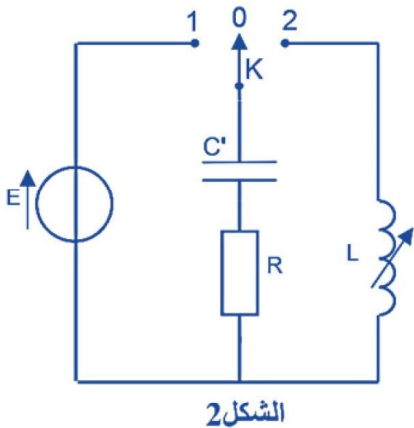
## 1. تحديد سعة مكثف

عند أصل التواريخ ، قام التلاميذ بتفريغ مكثف سعته  $C$  مشحون بدنيا في موصل أومي مقاومته  $R = 200 \Omega$ . يمثل الشكل 1 منحنى تغيرات التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف.



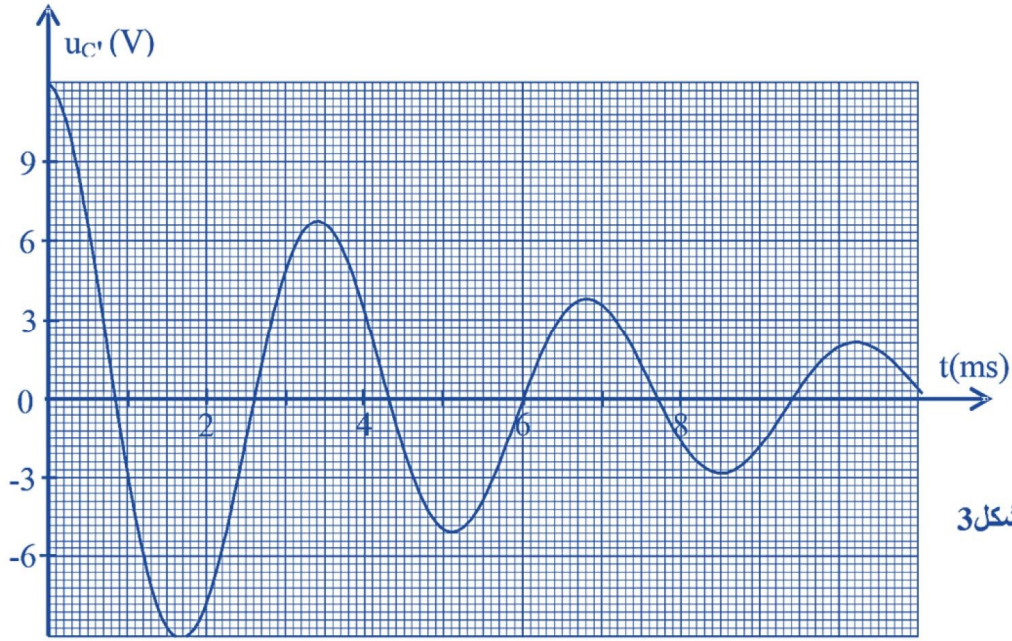
- 1.1. مثل تبيانة الدارة الكهربائية التي تمكن من إنجاز هذه التجربة. (0,5 ن)
- 1.2. أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف خلال التفريغ. (0,5 ن)
- 1.3. تحقق أن حل المعادلة التفاضلية السابقة هو  $u_C = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$  ، حيث  $U_0$  ثابتة. (0,5 ن)
- 1.4. باستعمال معادلة الأبعاد ، بين أن الجداء  $RC$  له بعد زمني. (0,5 ن)
- 1.5. حدد مبيانيا ثابتة الزمن  $\tau$  واستنتج القيمة  $C$  لسعة المكثف المدروس. (0,5 ن)

## 2. ضبط تردد النوتة الموسيقية



- أنجز التلاميذ التركيب التجريبي الممثل في الشكل 2 والمكون من :
- مولد ذي قوة كهربائية  $E = 12 \text{ V}$  ومقاومة داخلية مهملة.
  - موصل أومي مقاومته  $R = 200 \Omega$ .
  - وشيعة معامل تحريضها  $L$  قابل للضبط ومقاومتها الداخلية مهملة.
  - مكثف سعته  $C' = 0,5 \mu\text{F}$ .
  - قاطع تيار  $K$  ذي موضعين .

بعد شحن المكثف ، أرجح التلاميذ قاطع التيار الكهربائي إلى الموضع (2) عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ ، فحصلوا بواسطة وسيط معلوماتي على المنحنى الممثل في الشكل 3 .

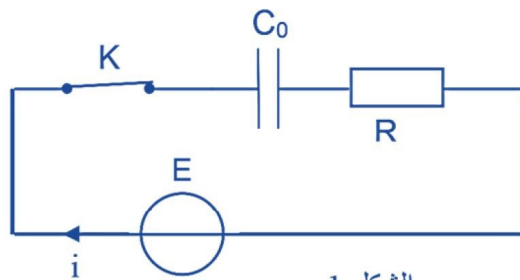


الشكل 3

- 2.1. أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن. (0,5 ن)
- 2.2. حدد مبيانيا قيمة شبه الدور  $T$ . (0,25 ن)
- 2.3. نعتبر أن قيمة  $T$  تساوي قيمة الدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب LC. استنتج قيمة  $L$ . (0,5 ن)
- 2.4. احسب قيمة الطاقة الكلية المخزونة في الدارة عند اللحظة  $t = 3,4 \text{ ms}$ . (0,5 ن)
3. أضاف التلاميذ للتركيب  $RLC'$  السابق جهازا لصيانة التذبذبات ، وربطوا الدارة المتذبذبة بمكبر للصوت يُحول الموجة الكهربائية ذات التردد  $N_0$  إلى موجة صوتية لها نفس التردد .
- 3.1. ما دور جهاز الصيانة من منظور طاقي ؟ (0,25 ن)
- 3.2. باعتماد جدول تردد النوتات ، حدد النوتة الموسيقية التي يصدرها مكبر الصوت. (0,5 ن)

## الإمتحان الوطني - 2010 عادية

تدخل الموصلات الأومية والمكثفات والوشيعات في تركيب عدد من أجهزة الاتصال والمركبات الإلكترونية المختلفة.  
ندرس في هذا التمرين بعض ثنائيات القطب التي يتم توظيفها في إنجاز راديو بسيط AM بإمكانه استقبال قناة إذاعية على موجة ذات تردد  $f$ .

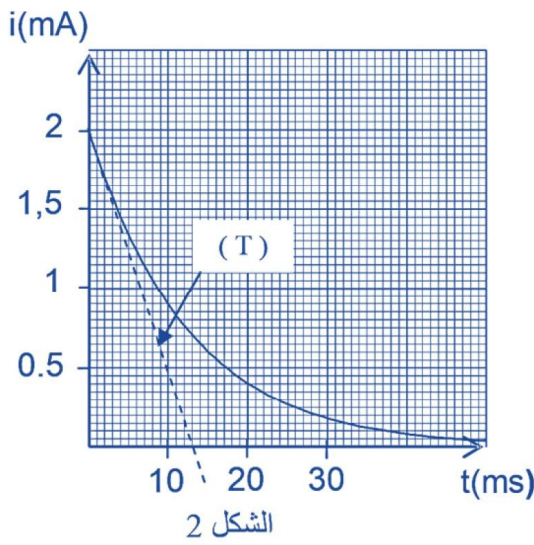


الشكل 1

- الجزء 1 : شحن مكثف بواسطة مولد مؤتمل للتوتر
- يتكون التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 من :
  - مولد مؤتمل للتوتر قوته الكهربائية  $E = 9 \text{ V}$ .
  - موصل أومي مقاومته  $R$ .
  - مكثف سعته  $C_0$ .
  - قاطع التيار  $K$ .

عند اللحظة  $t_0 = 0$  ، نغلق الدارة فيمر فيها تيار كهربائي شدته  $i$  تتغير بدلالة الزمن كما هو مبين في الشكل 2





(يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند أصل التواريخ).

1.1 - انقل على ورقة التحرير تبيانة التركيب التجريبي ومثل عليها في الاصطلاح مستقبل :

(0,25 ن)

- التوتر  $u_c$  بين مربطي المكثف.

(0,25 ن)

- التوتر  $u_R$  بين مربطي الموصل الأومي.

1.2 - بين على التبيانة السابقة كيفية ربط جهاز راسم التذبذب

(0,5 ن)

الذاكراتي لمعاينة التوتر  $u_R$

1.3 - أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شحنة المكثف  $q(t)$  . (0,5 ن)

1.4 - يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل التالي :

$$q(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$$

حدد تعبير كل من الثابتين  $A$  و  $\alpha$  . (0,5 ن)

1.5 - بين أن تعبير شدة التيار المار في الدارة يكتب على الشكل :  $i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$  ، حيث  $\tau$  ثابتة يجب تحديدها

بدلالة  $R$  و  $C_0$  . (0,25 ن)

(0,25 ن)

1.6 - باستعمال معادلة الأبعاد، بين أن للثابتة  $\tau$  بعدا زمنيا.

1.7 - باعتمادك على المبيان  $i = f(t)$  ، حدد المقاومة  $R$  والسعة  $C_0$  . (0,75 ن)

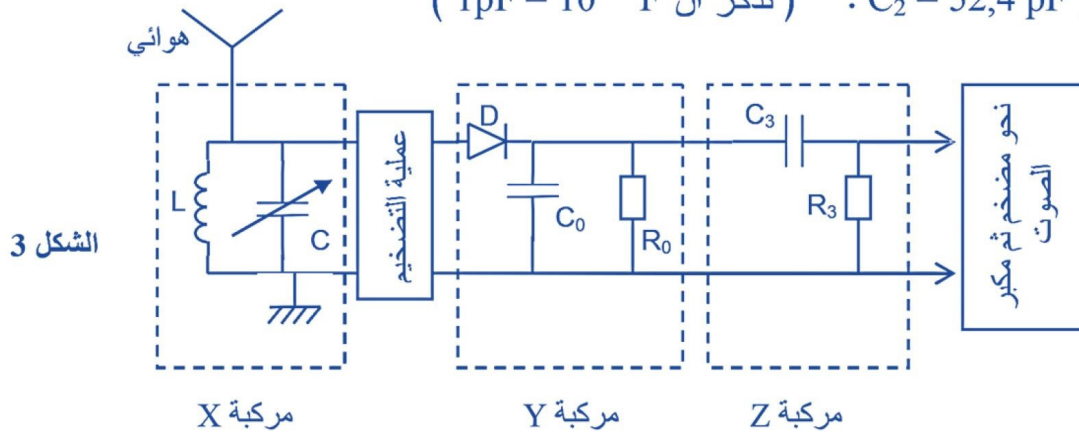
الجزء 2 : إنجاز راديو بسيط AM :

خلال حصة الأشغال التطبيقية ، تم إنجاز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 3 قصد النقاط بث إذاعي

تردده  $f = 540 \text{ kHz}$  ، باستعمال ثلاث مركبات X و Y و Z .

تتكون المركبة X من وشيعة (b) معامل تحريضها  $L = 5,3 \text{ mH}$  ومقاومتها مهملة ومكثف سعته  $C$  قابلة للضبط

بين القيمتين :  $C_1 = 13,1 \text{ pF}$  و  $C_2 = 52,4 \text{ pF}$  . (نذكر أن  $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$ )

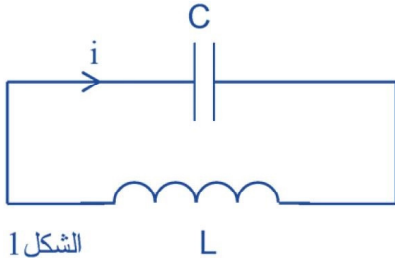


2.1- ما هو دور المركبتين Y و Z في عملية التقاط البث الإذاعي؟ (0,75 ن)

2.2- تحقق أن المركبة X تمكن من التقاط المحطة الإذاعية المرغوب فيها؟ (1 ن)

## الإمتحان الوطني - 2010 إستدراكية

المكثف و الوشيعه خزانان للطاقة؛ عند تركيبهما معا في دارة كهربائية يتم تبادل الطاقة بينهما. نقتح من خلال هذا التمرين دراسة دارة مثالية LC ودراسة تضمين إشارة جيبيه.



الشكل 1

### 1- التذبذبات الحرة في دارة مثالية LC :

قامت مجموعة من التلاميذ بالشحن الكلي لمكثف سعته C تحت توتر مستمر U ، وبتركيبه مع وشيعة (b) معامل تحريضها L ومقاومتها الداخلية مهملة (الشكل 1).

1.1- انقل على ورقة التحرير الشكل 1 ومثل عليه، في الاصطلاح مستقبل،

التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف والتوتر  $u_L$  بين مربطي الوشيعة ( 0,25 ن )

1.2 - أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$  . ( 0,25 ن )

1.3 - يمثل الشكل 2 تغيرات التوتر  $u_C$  بدلالة الزمن.

باستغلال المنحنى، اكتب التعبير العددي للتوتر  $u_C(t)$  . ( 0,5 ن )

1.4 - تتغير الطاقة المغنطيسية  $E_m$  المخزونة في الوشيعة

بدلالة الزمن وفق المنحنى الممثل في الشكل 3 .

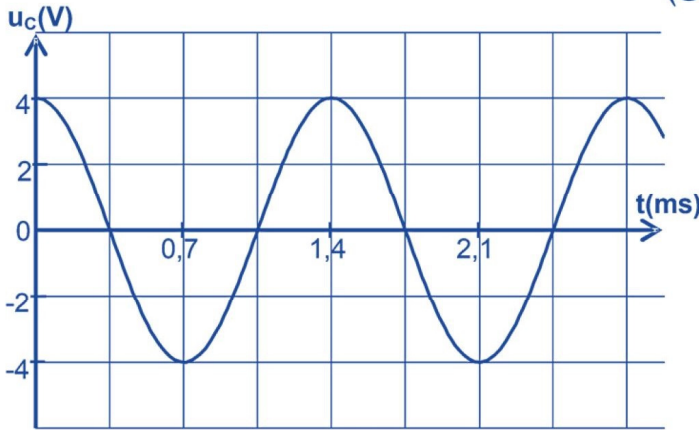
1.4.1- بين أن الطاقة  $E_m$  تكتب كما يلي :

$$E_m(t) = \frac{1}{4} C U^2 (1 - \cos \frac{4\pi}{T_0} t) \quad (0,5 \text{ ن})$$

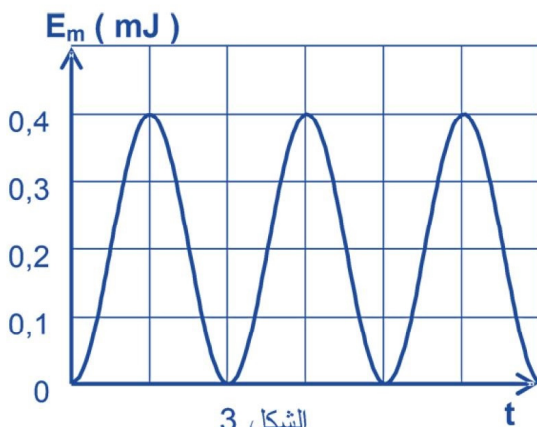
$$\sin^2 x = \frac{1}{2} (1 - \cos 2x) \quad \text{نذكر أن :}$$

1.4.2- استنتج تعبير القيمة القصوى  $E_{mmax}$  للطاقة

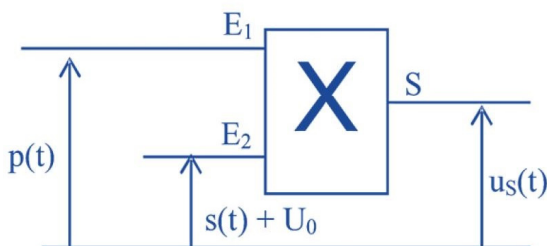
المغنطيسية بدلالة C و U . ( 0,5 ن )



الشكل 2



الشكل 3



1.4.3- باعتماد المنحنى  $E_m = f(t)$  ، حدد السعة C

للمكثف المستعمل. ( 0,5 ن )

1.5 - أوجد معامل التحريض L للوشيعة (b) . ( 0,5 ن )

### 2- تضمين إشارة :

لإرسال إشارة جيبيه  $s(t)$  ذات تردد  $f_s$  ، أنجزت المجموعة

السابقة من التلاميذ في مرحلة ثانية، التركيب الممثل في الشكل 4؛

وطبقت التوتر  $p(t) = P_m \cos 2\pi F_p t$  على المدخل  $E_1$

والتوتر  $s(t) + U_0 = S_m \cos 2\pi f_s t + U_0$  على المدخل  $E_2$

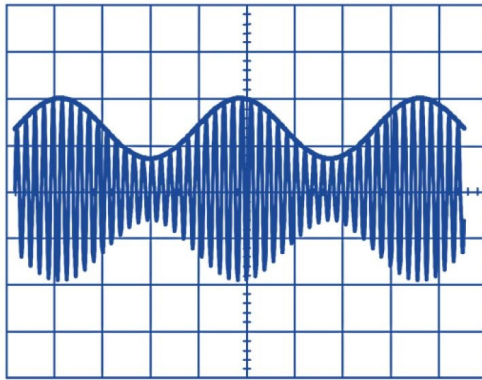
(  $U_0$  المركبة المستمرة للتوتر ) ؛ وعايينت على شاشة راسم

التذبذب التوترين  $p(t)$  و  $s(t) + U_0$  ثم التوتر  $u_s(t)$  عند

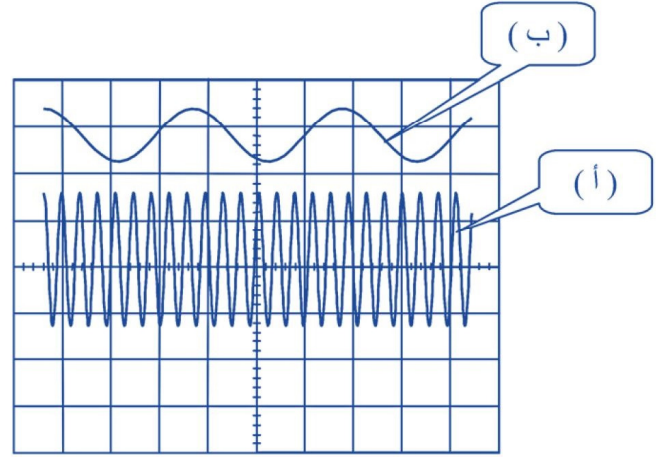
مخرج الدارة المتكاملة ؛ فحصلت على المنحنيات الممثلة في

كل من الشكلين 5 و 6 .





الشكل 6

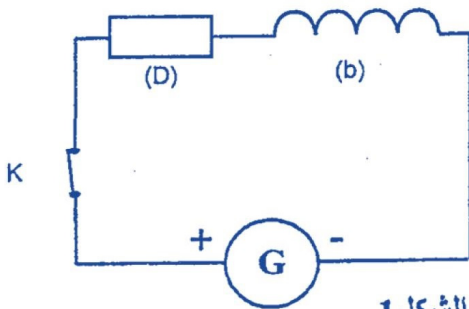


الشكل 5

- 2.1 - ما الشرط الذي يجب أن يحققه الترددان  $f_p$  و  $f_s$  للحصول على تضمين جيد ؟ (0,25 ن)  
 2.2 - أقرن كل منحنى من الشكلين 5 و 6 بالتوتر المناسب له. (0,75 ن)  
 2.3 - حدد نسبة التضمين  $m$  علما أن الحساسية الرأسية لرأس التذبذب هي  $1V/div$ . ماذا تستنتج ؟ (0,5 ن)

## الإمتحان الوطني - 2009 عادية

قامت مجموعتان من التلاميذ خلال حصة الأشغال التطبيقية بدراستين مختلفتين لتحديد معامل التحريض الذاتي  $L$  و المقاومة  $r$  لوشية .



الشكل 1

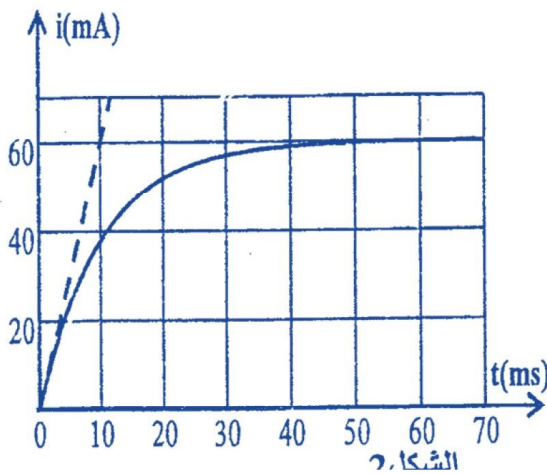
1- أنجزت المجموعة الأولى التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 والمكون من وشية (b) معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$  ، و موصل أومي (D) مقاومته  $R = 50\Omega$  ، ومولد  $G$  قوته الكهرومحرركة  $E = 6V$  ومقاومته الداخلية مهملة، وقاطع  $K$  للتيار. حصلت المجموعة بواسطة عدة معلوماتية ملائمة على منحنى الشكل 2 الممثل لتغيرات شدة التيار المار في الدارة بدلالة الزمن  $i = f(t)$ .

1.1- أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i(t)$ .

1.2- تحقق أن حل المعادلة التفاضلية يكتب على

الشكل :  $i(t) = I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  ، حيث  $I_0$  شدة التيار الكهربائي المار في الدارة في النظام الدائم، و  $\tau$  ثابتة الزمن.

1.3- عيّن، انطلاقاً من منحنى، الشكل 2،

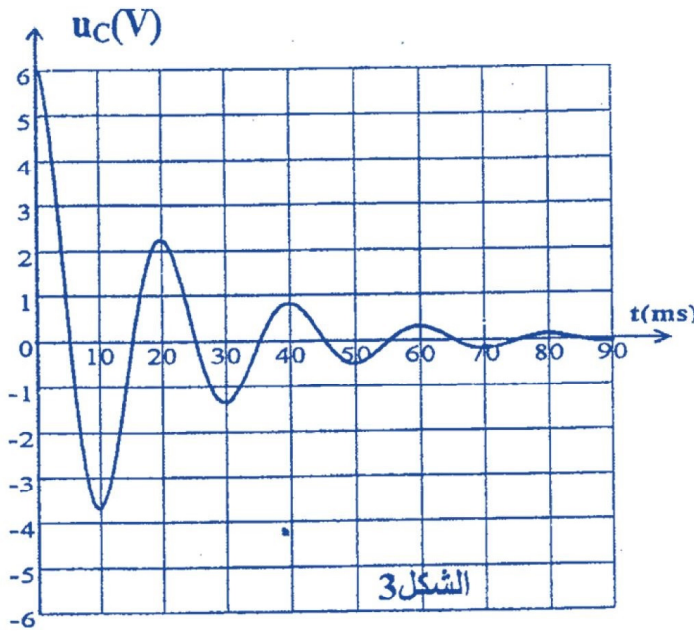


الشكل 2

قيمة  $I_0$  واستنتاج قيمة  $r$ .

1.4- حدد مبيانيا  $\tau$ .

1.5- استنتاج  $L$ .



2- قامت المجموعة الثانية بشحن مكثف سعته  $C=10\mu F$  كلياً بواسطة مولد  $G$  قوته الكهرومحركة  $E=6V$  و تفريغه في الوشيعية (b)، وعينت على شاشة راسم التذبذب منحنى الشكل 3 الممثل لتغيرات التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن.

2.1- ارسم تبيانة التركيب التجريبي المستعمل.

2.2- علل خمود التذبذبات.

2.3- عيّن مبيانيا قيمة شبه الدور  $T$ ، واستنتاج قيمة معامل التحريض  $L$  للوشيعية (b) باعتبار الدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب يساوي شبه الدور  $T$  (نأخذ  $\pi^2=10$ ).

2.4- ما نوع الطاقة المخزونة في الدارة عند اللحظة  $t=25ms$ ؟ علل جوابك.

2.5- ركبت المجموعة الثانية الوشيعية (b) والمكثف السابق على التوالي مع مولد يزود الدارة بتوتر يتناسب اطراداً مع شدة التيار المار فيها ( $u=k.i$ ). تكون التذبذبات مصانة عندما تأخذ  $k$  القيمة  $k=50(SI)$ . أوجد  $r$  مقاومة الوشيعية.

## الإمتحان الوطني - 2009 إستدراكية

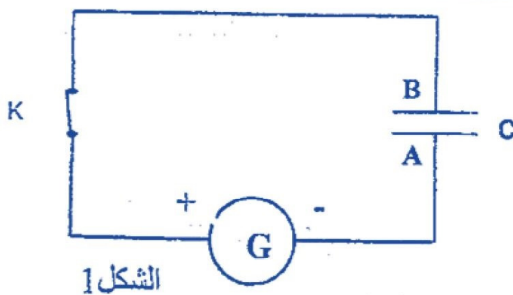
تستعمل المكثفات لتخزين الطاقة الكهربائية بهدف استرجاعها قصد توظيفها في الدارات الإلكترونية والكهربائية.  
يهدف هذا التمرين إلى دراسة شحن مكثف وتفريغه عبر وشيعية.

(1) الجزء الأول: شحن مكثف بواسطة مولد مؤمّن للتيار

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 حيث  $G$  مولد يزود الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة.

نغلق عند اللحظة  $t=0$  قاطع التيار  $K$  فيمر في الدارة

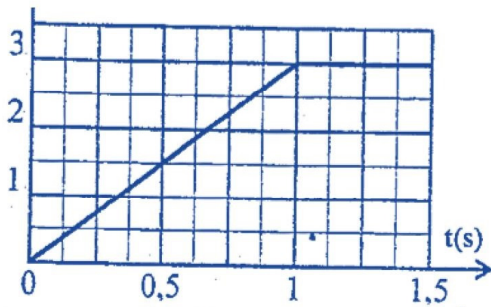
تيار كهربائي شدته  $I=0,3A$  وندرس تغيرات التوتر  $u_C$





# الإمتحانات الوطنية

كهرباء



الشكل 2

- بين مربطي المكثف بدلالة الزمن؛ فنحصل على المنحنى
- 1.1- حدد اللبوس الذي يحمل الشحن الكهربائية السالبة.
  - 1.2- اعتمادا على منحنى الشكل 2، اذكر معللا جوابك هل كان المكثف مشحونا أو غير مشحون عند اللحظة  $t=0$ .
  - 1.3- بين أن تعبير التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف يكتب على الشكل:  $u_C = \frac{I \cdot t}{C}$  بالنسبة لـ  $u_C < u_{C_{max}}$ .

1.4- أعط تعبير  $u_C = f(t)$  انطلاقا من المنحنى بالنسبة لـ  $u_C < u_{C_{max}}$ ؛

وتحقق أن قيمة سعة المكثف هي:  $C = 0,1 \text{ F}$ .

1.5- بين أن تعبير الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف

عند لحظة  $t$  يكتب على الشكل:  $E_e = \frac{1}{2} C \cdot u_C^2$  واحسب قيمتها القصوى  $E_{e_{max}}$ . نذكر بتعبير القدرة

اللحظية  $P$ :  $P = \frac{dW}{dt}$ .

(2) الجزء الثاني: تحديد معامل التحريض  $L$  لوشية

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 3 المكون من:

– مولد كهربائي قوته الكهرومحرركة:  $E = 6V$  ومقاومته الداخلية مهملة.

– موصل أومي  $D_1$  مقاومته  $R_1 = 48\Omega$ .

– موصل أومي  $D_2$  مقاومته  $R_2$ .

وشية (b) معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r = R_2$ .

– قاطعي التيار  $K_1$  و  $K_2$ .

في مرحلة أولى: نحتفظ بـ  $K_2$  مفتوحا ونغلق  $K_1$ ،

وفي مرحلة ثانية نحتفظ بـ  $K_1$  مفتوحا ونغلق  $K_2$ .

يمثل الشكل 4 المنحنيين (أ) و (ب) لتغيرات شدة التيار الكهربائي المار في الدارة بالنسبة لكل مرحلة على حدة.

2.1- أقرن معللا جوابك كل منحنى بالمرحلة الموافقة له.

2.2- أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  المار في الدارة خلال المرحلة التي مكنت من الحصول على المنحنى (ب).

2.3- يكتب حل هذه المعادلة على الشكل:

$$i(t) = A \cdot e^{-\lambda t} + B \quad ; \quad \text{حيث } A \text{ و } B \text{ و } \lambda \text{ ثوابت.}$$

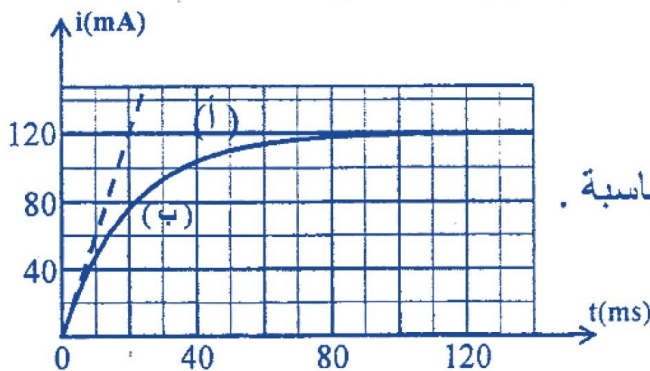
2.3.1- حدد تعبير كل من  $A$  و  $B$  و  $\lambda$  بدلالة المقادير المناسبة.

2.3.2- استنتج  $L$ .

3- نشحن كليا المكثف السابق ونفرغه عبر

الوشية (b). نعاين تغيرات  $u_C$  بدلالة الزمن

فنحصل على أحد المنحنيين الممثلين أسفله.



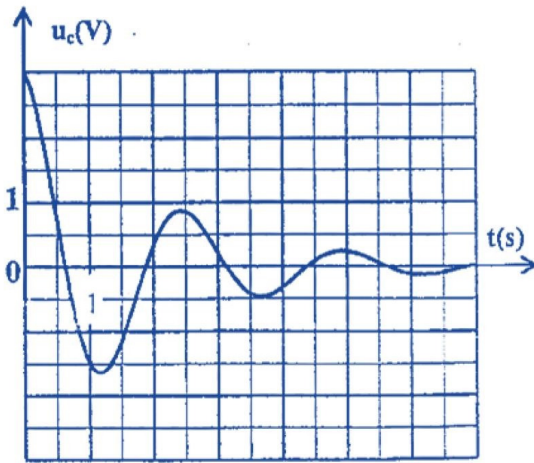
الشكل 4



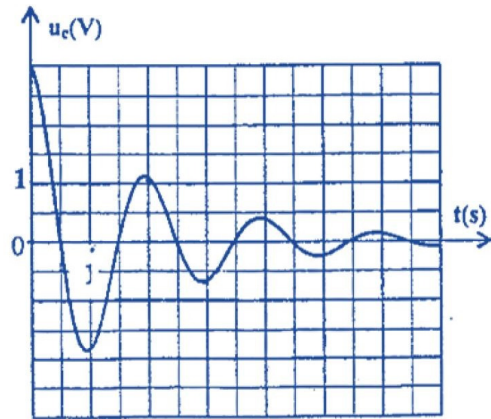
# الإمتحانات الوطنية

كهرباء

حدد معللا جوابك المنحني الموافق لهذه التجربة، علما أن شبه الدور يساوي الدور الخاص للمتذبذب.



(د)

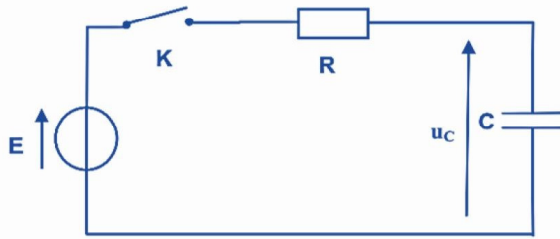


(ج)

## الإمتحان الوطني - 2008 عادية

تتميز المكثفات بخاصية تخزين الطاقة الكهربائية وإمكانية استرجاعها عند الحاجة. وتُمكن هذه الخاصية من استعمال المكثفات في عدة أجهزة منها تشغيل مصباح وامض بعض آلات التصوير.

### الجزء I - شحن مكثف:



الشكل 1

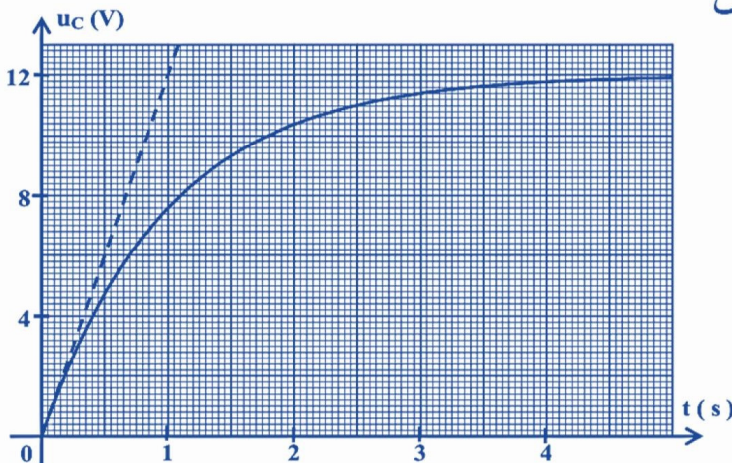
ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل (1) والمكون من مكثف سعته  $C$ ، غير مشحون بدئياً، مركب على التوالي مع موصل أومي مقاومته الكهربائية  $R$  وقاطع التيار  $K$ . يخضع ثنائي القطب  $RC$  لرتبة توتر معرفة كالتالي:

- بالنسبة لـ  $t < 0$  :  $U = 0$  ،

- بالنسبة لـ  $t \geq 0$  :  $U = E$  حيث:  $E = 12 \text{ V}$  .

نغلق الدارة عند اللحظة  $t = 0$  ونعاين ، باستعمال وسيط معلوماتي على شاشة حاسوب ، تغيرات التوتر  $u_c$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن.

يعطي الشكل (2) المنحني  $u_c = f(t)$  .



الشكل 2

1.1 - أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها

التوتر  $u_c(t)$  . (1 ن)

1.2 - تحقق أن التعبير  $u_c(t) = E.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

حل للمعادلة التفاضلية بالنسبة لـ  $t \geq 0$  ؛



# الإمتحانات الوطنية

كهرباء

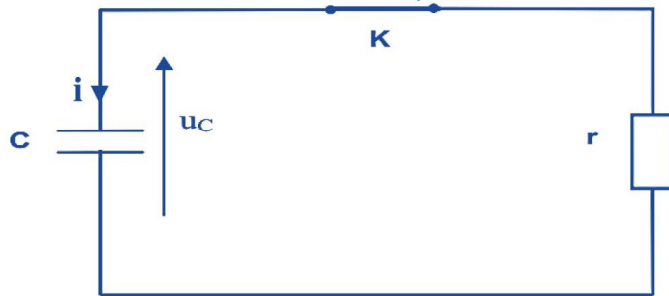
حيث  $\tau$  ثابتة الزمن. (5, 0 ن)

- 1.3- حدد تعبير  $\tau$  و بين ، باعتماد معادلة الأبعاد، أن  $\tau$  بعدا زمنيا. (5, 0 ن)
- 1.4- عيّن مبيانيا  $\tau$  واستنتج أن قيمة  $C$  هي  $C = 100 \mu F$ . نعطي  $R = 10 k\Omega$ . (75, 0 ن)
- 1.5- احسب الطاقة الكهربائية التي يخزنها المكثف في النظام الدائم. (75, 0 ن)

## (2) الجزء II - تفريغ مكثف :

يتطلب تشغيل وامض آلة تصوير طاقة عالية لا يمكن الحصول عليها باستعمال المولد السابق. للحصول على الطاقة اللازمة، يُشحن المكثف السابق بواسطة دائرة إلكترونية تُمكن من تطبيق توتر مستمر بين مربطي المكثف قيمته  $U_C = 360 V$ .

نفرغ المكثف، عند اللحظة  $t = 0$ ، في مصباح وامض آلة التصوير الذي نتمنجه بموصل أومي مقاومته  $r$  (الشكل 3)؛ فيتغير التوتر بين



مربطي المكثف وفق المعادلة :  $u_C = 360.e^{-\frac{t}{\tau}}$ ؛

حيث  $\tau$  ثابتة الزمن و  $u_C(t)$  معبر عنها بالفولط (V)

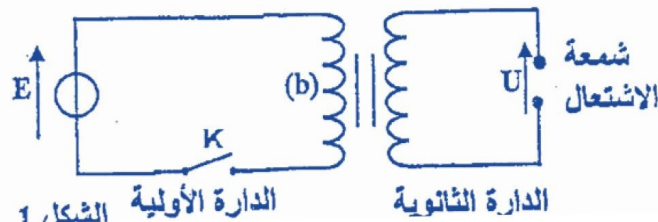
الشكل 3

- 2.1- أوجد قيمة  $r$  مقاومة مصباح وامض آلة التصوير علما أن التوتر بين مربطي المكثف يأخذ القيمة  $u_C(t) = 132,45 V$  عند اللحظة  $t = 2 ms$ . (1 ن)
- 2.2- اشرح كيف يجب اختيار مقاومة وامض آلة التصوير لضمان تفريغ أسرع للمكثف. (5, 0 ن)

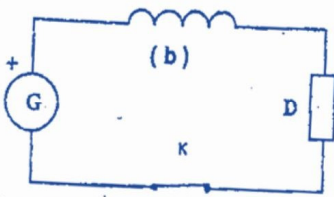
## الإمتحان الوطني - 2008 إستدراكية

يعتمد نظام إحداث شرارة في محرك سيارة على دارتين كهربائيتين: دائرة أولية تتكون من وشيعة معامل تحريضها الذاتي  $L$  ومقاومتها  $r$  تغذيها بطارية السيارة، و دائرة ثانوية تتكون من وشيعة أخرى وشمعة الاشتعال (Bougie d'allumage). يؤدي فتح الدارة الأولية إلى ظهور شرارة تنبعث بين مربطي شمعة الاشتعال وينتج عنها احتراق الخليط هواء- بنزين. تظهر هذه الشرارة عندما تتعدى القيمة المطلقة للتوتر بين مربطي شمعة الاشتعال  $U = 10000 V$ .

ننمذج نظام إحداث شرارة في محرك سيارة بالتركيب الممثل في الشكل 1.







الشكل 2

الجزء I - إقامة التيار الكهربائي في الدارة الأولية:

ننمذج الدارة الأولية بالتركيب الممثل في الشكل 2 حيث:

- G بطارية السيارة والتي نمثلها بمولد مؤتمل لتوتر مستمر  $E = 12V$ .

- (b) وشيعة معامل تحريضها الذاتي  $L$  ومقاومتها  $r = 1,5 \Omega$ .

- D يمثل موصلا أوميا مكافئا لباقي عناصر الدارة مقاومته  $R = 4,5 \Omega$ .

- K قاطع التيار.

1- نغلق قاطع التيار K عند اللحظة  $t = 0$  فيمر في الدارة تيار كهربائي  $i(t)$ .

1.1- انقل تبيانة الشكل 2 ومثل عليها التوترات في الاصطلاح مستقبل. (0,5 ن)

1.2- بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i(t)$  تكتب على الشكل  $A \frac{di}{dt} + \frac{i}{\tau} = A$  محددًا

تعبيري الثابتين  $\tau$  و  $A$ . (1 ن)

1.3- بين، باعتماد معادلة الأبعاد، أن الثابتة  $\tau$  لها بعد زمني. (0,5 ن)

1.4- يمثل الشكل 3 منحنى تغيرات شدة التيار

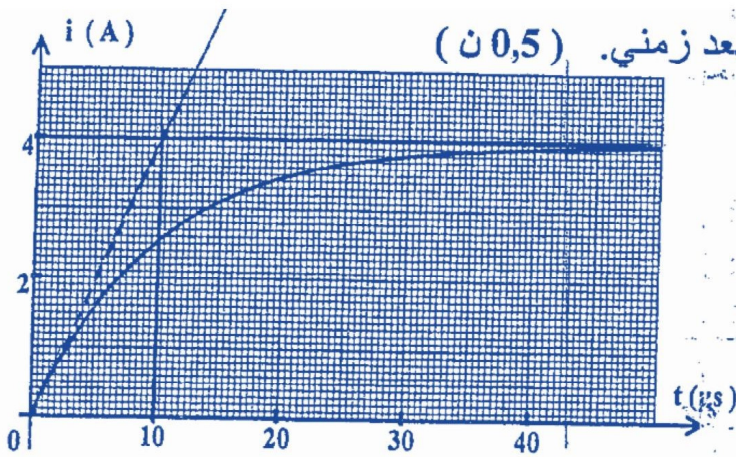
المر في الدارة بدلالة الزمن.

1.4.1- عيّن مبيانيا ثابتة الزمن  $\tau$  وشدة

التيار  $I_0$  في النظام الدائم. (0,5 ن)

1.4.2- استنتج معامل التحريض

الذاتي  $L$  للوشيعة (b). (0,5 ن)



الشكل 3

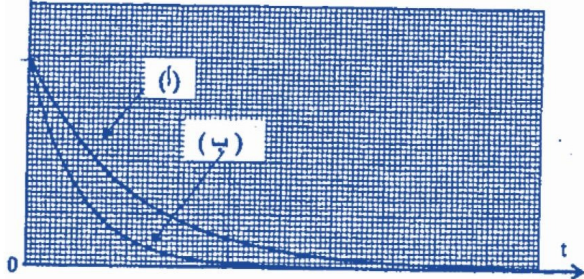
الجزء II - انعدام التيار في الدارة الأولية:

2- نفتح الدارة الأولية عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا

للتواريخ  $(t = 0)$ . فتتناقص شدة التيار  $i(t)$  المر في الدارة وتظهر شرارة بين مربطي الشمعة في

الدارة الثانوية.

2.1- حدد من بين التعبيرين التاليين ل  $i(t)$ ، التعبير الموافق لهذه الحالة. علل جوابك. (0,5 ن)



الشكل 4

حيث  $B$  ثابتة.  $i(t) = B.e^{-\frac{t}{\tau}}$  ؛  $i(t) = B.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

2.2- يمثل الشكل 4 المنحنيين (أ) و(ب) تغيرات شدة

التيار بدلالة الزمن بالنسبة لوشيعتين (أ) و(ب) لهما

نفس المقاومة  $r$  ومعاملي تحريض ذاتي مختلفين.

علما أن التوتر  $U$  في الدارة الثانوية يتناسب إطرادا

مع  $\left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right|$  وأن اشتعال الشمعة يتم بكيفية جيدة كلما كان التوتر  $U$  كبيرا.

حدد الوشيعة التي يتم بواسطتها اشتعال الشمعة بكيفية أفضل. (1 ن)



# الكيمياء

**□ وطنیات**

□ عادية - إستدراكية

# الثانية بالكويت - مسلك العلوم الفيزيائية

# امتحانات کیمیاء

# 2019 – 2008

# PC

وفق التوجيهات التربوية و البرامج الخاصة بتدريس مادة الفيزياء و الكيمياء بسلك التعليم الثانوي. الثاني: التأسيسية.



## الإمتحان الوطني - 2019 عادية

الجزءان الأول والثاني مستقلان

**الجزء الأول: التحليل الكهربائي لمحلول مائي ليودور الزنك**

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي ليودور الزنك  $Zn^{2+}_{(aq)} + 2I^{-}_{(aq)}$  باستعمال إلكترودين A و B من الغرافيت؛ فنلاحظ تصاعد غاز ثنائي اليود بجوار أحد الإلكترودين وتوضع فلز الزنك على مستوى الإلكترود الآخر.

يمثل الشكل جانبه تبيانة التركيب التجريبي المستعمل لإنجاز هذا التحليل الكهربائي.

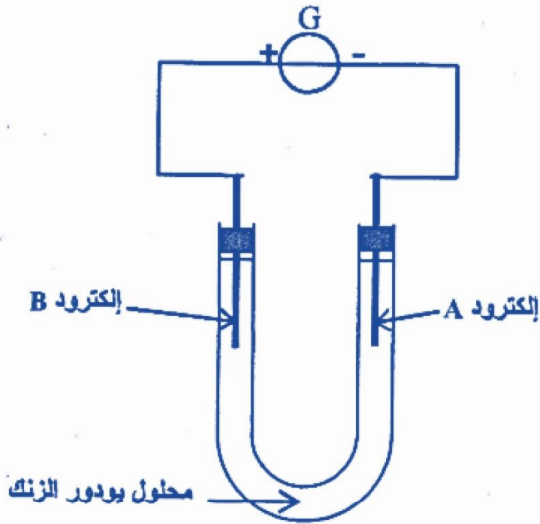
**معطيات:**

- المزدوجتان المتدخلتان في التحليل الكهربائي هما:  $Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)}$

و  $I^{-}_{(aq)} / I_{2(g)}$

-  $1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$

- الكتلة المولية للزنك:  $M(Zn) = 65,4 g.mol^{-1}$



1. من بين الإلكترودين A و B، حدد الإلكترود الذي يلعب دور الأنود. علل جوابك.
2. أكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة خلال التحليل الكهربائي.
3. خلال إنجاز التحليل الكهربائي لمدة زمنية  $\Delta t$ ، يمر في الدارة تيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 0,5A$ ، فتتوضع على أحد الإلكترودين طبقة من فلز الزنك كتلتها  $m = 1,6g$ . حدد المدة  $\Delta t$  بالوحدة min.

**الجزء الثاني: دراسة محلول مائي لحمض البنزويك بقياس الموصلية**

يعرف حمض البنزويك ذو الصيغة  $C_6H_5COOH$  كمادة حافظة للأغذية، كما يتوفر على مواصفات تطهير الجروح، الشيء الذي يبرر استعماله كدواء.

يهدف هذا التمرين إلى تحديد الثابتة  $pK_A$  للمزدوجة  $C_6H_5COOH_{(aq)} / C_6H_5COO^{-}_{(aq)}$  باعتماد قياس الموصلية.

**معطيات:**

- الموصليات المولية الأيونية عند  $25^{\circ}C$  :

$\lambda_1 = \lambda(H_3O^{+}) = 35.10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$  و  $\lambda_2 = \lambda(C_6H_5COO^{-}) = 3,23.10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$

- يعبر عن الموصلية  $\sigma$  لمحلول مائي بدلالة التراكيز المولية الفعلية للأيونات  $X_i$  المتواجدة في المحلول

والموصليات المولية الأيونية بالعلاقة:  $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$ .

نحضر، عند درجة الحرارة  $25^{\circ}C$ ، محلولاً مائياً S لحمض البنزويك تركيزه  $C = 10^{-3} mol.L^{-1}$  وحجمه  $V = 1L$ .

1. اكتب معادلة التفاعل الكيميائي بين حمض البنزويك والماء.

2. أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.



3. أعطى قياس موصلية المحلول S القيمة  $\sigma = 8,6 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^{-1}$ .

3.1. أوجد تعبير  $\sigma$  بدلالة  $\lambda_1$  و  $\lambda_2$  و  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  التركيز المولي الفعلي لأيونات الأوكسونيوم عند التوازن. (نعتبر تأثير أيونات الهيدروكسيد  $\text{HO}^-$  على موصلية المحلول مهملاً).

3.2. بين أن نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل تكتب كما يلي:  $\tau = \frac{\sigma}{C(\lambda_1 + \lambda_2)}$ . أحسب قيمتها.

4. أوجد تعبير ثابتة التوازن K المقرونة بالتفاعل بين حمض البنزويك والماء بدلالة C و  $\tau$ .

5. ماذا تمثل ثابتة التوازن K المقرونة بهذا التفاعل الكيميائي؟

6. استنتج قيمة  $\text{pK}_A$  للمزدوجة  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}_{(\text{aq})} / \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-_{(\text{aq})}$ .

7. حدد، من بين النوعين  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  و  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ ، النوع الكيميائي المهيمن في المحلول S.

## الإمتحان الوطني - 2019 إستدراكية

الجزءان 1 و 2 مستقلان

الجزء 1 : دراسة العمود نيكل-كادميوم

تعتمد الأعمدة في اشتغالها على تحويل جزء من الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية. ندرس في هذا الجزء من التمرين مبدأ اشتغال العمود نيكل-كادميوم.

ننجز العمود نيكل-كادميوم باستعمال العدة والمواد التالية:

- كأس تحتوي على محلول مائي لكبريتات الكادميوم  $\text{Cd}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$  تركيزه البدئي  $C = 1 \text{ mol.L}^{-1}$ ؛

- كأس تحتوي على محلول مائي لكبريتات النيكل  $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$  تركيزه البدئي  $C = 1 \text{ mol.L}^{-1}$ ؛

- صفيحة من النيكل؛

- صفيحة من الكادميوم؛

- قنطرة ملحقة.

نربط إلكترودي العمود مع موصل أومي وأمبيرمتر. عند غلق الدارة، يشير الأمبيرمتر إلى مرور تيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 0,3 \text{ A}$ .

معطيات:

$$1F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$$

$$M(\text{Ni}) = 58,7 \text{ g.mol}^{-1} \text{ الكتلة المولية الذرية للنيكل}$$

$$\text{ثابتة التوازن المقرونة بالمعادلة } \text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Cd}_{(\text{s})} \xrightleftharpoons{(1)} \text{Ni}_{(\text{s})} + \text{Cd}^{2+}_{(\text{aq})} \text{ هي: } K = 4,5 \cdot 10^5$$

1. احسب قيمة خارج التفاعل  $Q_{r,i}$  عند الحالة البدئية للمجموعة الكيميائية. استنتج منحى التطور التلقائي لهذه المجموعة.

2. أعط التبيانة الاصطلاحية لهذا العمود.

3. اكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود.

4. نشغل العمود لمدة  $\Delta t = 5 \text{ h}$ . احسب التغير  $\Delta m$  لكتلة النيكل خلال هذه المدة.

يعتبر حمض الأسيتيلسليسليليك ذو الصيغة  $C_9H_8O_4$  من بين الأدوية الأكثر استعمالا نظرا لمنافعه العلاجية والمسكنة للأمراض متعددة.

في مرحلة أولى، سنحدد بالمعايرة كتلة حمض الأسيتيلسليسليليك الموجود في قرص من دواء الأسبرين، وفي مرحلة ثانية، سندرس التطور الزمني لتفاعل أيونات هيدروجينوكربونات  $HCO_3^-$  مع هذا الحمض.

معطى:

$$M(C_9H_8O_4) = 180 \text{ g.mol}^{-1}$$

I - معايرة محلول مائي لحمض الأسيتيلسليسليليك

نذيب قرصا من دواء الأسبرين في الماء المقطر؛ فنحصل على محلول مائي S لحمض الأسيتيلسليسليليك، تركيزه  $C_A$  وحجمه  $V = 278 \text{ mL}$ ، ويحتوي على كمية كتلتها  $m$  من هذا الحمض.

نأخذ حجما  $V_A = 10 \text{ mL}$  من المحلول S ثم نعايره بمحلول مائي  $S_B$  لهيدروكسيد الصوديوم  $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$  تركيزه  $C_B = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . ننجز هذه المعايرة باستعمال كاشف ملون ملائم.

1. اكتب معادلة تفاعل المعايرة. (نرمز لحمض الأسيتيلسليسليليك بـ AH ولقاعدته المرافقة بـ  $A^-$ ).

2. نحصل على التكافؤ عند إضافة حجم  $V_{BE} = 10 \text{ mL}$  من المحلول  $S_B$ .

2.1. حدد التركيز  $C_A$  للمحلول S.

2.2. بين أن  $m = 0,5 \text{ g}$ .

3. اختر، من بين الكواشف الملونة في الجدول أسفله، الكاشف الملائم لإنجاز هذه المعايرة. علل جوابك.

الكاشف الملون	أحمر الكريزول	الهييلاننتين	أصفر الميثيل
منطقة الانعطاف	7,2 – 8,8	3,1 – 4,4	2,9 – 4

II - دراسة تفاعل أيونات الهيدروجينوكربونات مع حمض الأسيتيلسليسليليك

تكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل أيونات الهيدروجينوكربونات  $HCO_3^-$  مع حمض الأسيتيلسليسليليك كما يلي:



لنتبع التطور الزمني لهذا التفاعل الكيميائي، نصب في حوجة حجما  $V = 10 \text{ mL}$  من محلول مائي

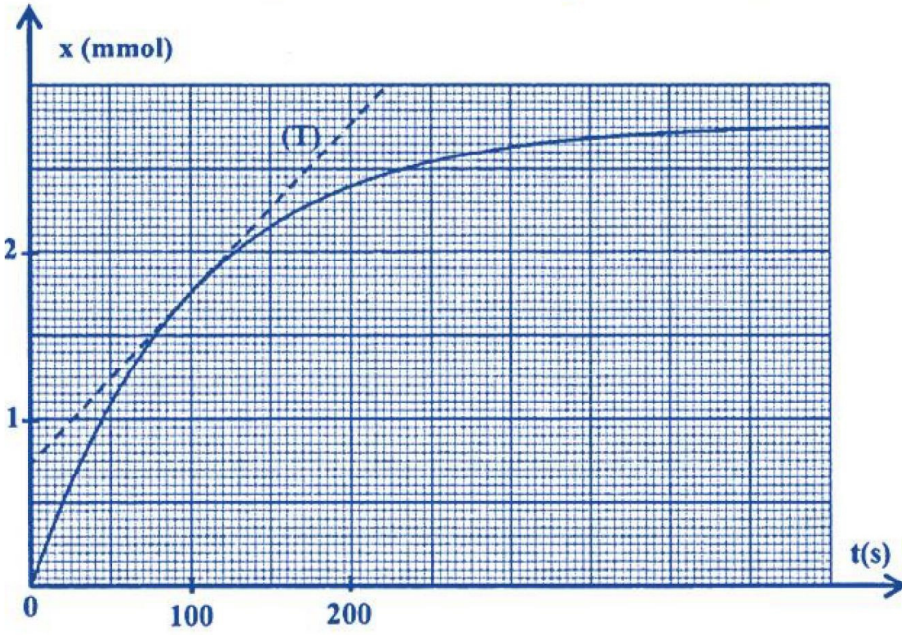
لهيدروجينوكربونات الصوديوم  $Na^+_{(aq)} + HCO_3^-$  حيث التركيز البدئي الفعلي لأيونات الهيدروجينوكربونات هو:  $[HCO_3^-]_0 = C = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ . نضيف لهذا المحلول، عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ ( $t = 0$ )، كمية من

حمض الأسيتيلسليسليليك كتلتها  $m = 0,5 \text{ g}$ . (نعتبر أن حجم الخليط التفاعلي يبقى ثابتا  $V = 10 \text{ mL}$ ).

يمثل منحنى الشكل جانبه التطور الزمني

لتقدم التفاعل x.





1. بيّن أن كمية المادة البدئية لكل من المتفاعلين هي:  $n_0(\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4) \approx 2,8 \text{ mmol}$  و  $n_0(\text{HCO}_3^-) = 5 \text{ mmol}$ .
2. أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.
3. أوجد قيمة التقدم الأقصى  $x_{\text{max}}$ .
4. احسب، بالوحدة  $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ ، السرعة الحجمية  $v$  للتفاعل عند اللحظة  $t = 100 \text{ s}$ .  
(يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند اللحظة  $t = 100 \text{ s}$ ).
5. حدد مبيانيا  $t_{1/2}$  زمن نصف التفاعل.

## الإمتحان الوطني - 2018 عادية

**الجزء الأول: التحليل الكهربائي لمركب أيوني (برومور الرصاص)**

ننجز التحليل الكهربائي لبرومور الرصاص  $Pb^{2+} + 2 Br^-$  عند درجة حرارة مرتفعة بواسطة مولد يزود الدارة بتيار كهربائي شدته  $I$  ثابتة .  
أثناء هذا التحليل الكهربائي يتوضع فلز الرصاص على أحد الإلكترودين ويتكون غاز ثنائي البروم بجوار الإلكترود الآخر.

عند اشتغال المحلل الكهربائي لمدة زمنية  $\Delta t = 3600 \text{ s}$ ، تتكوّن الكتلة  $m = 20,72 \text{ g}$  من فلز الرصاص.

**معطيات:**

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل:  $Pb^{2+} / Pb_{(s)}$  و  $Br_{2(g)} / Br^-$  ؛

- ثابتة فرادي:  $F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$  ؛

- الحجم المولي للغازات في ظروف التجربة:  $V_m = 70,5 \text{ L.mol}^{-1}$  ؛

- الكتلة المولية للرصاص:  $M(Pb) = 207,2 \text{ g.mol}^{-1}$  .

1. أعط اسم الإلكترود (الأنود أم الكاثود) الذي يتكون بجواره ثنائي البروم .
2. أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة أثناء اشتغال المحلل.
3. حدد الشدة  $I$  للتيار الكهربائي المار في الدارة خلال المدة  $\Delta t$  .
4. أحسب، في ظروف التجربة، الحجم  $V$  لغاز ثنائي البروم المتكون خلال المدة  $\Delta t$  .

**الجزء الثاني: دراسة تفاعلين لحمض اللاكتيك**

يعرف عادة حمض 2-هيدروكسيبروبانويك بحمض اللاكتيك، وهو حمض عضوي يدخل في مجموعة من التفاعلات البيوكيميائية. يوجد هذا الحمض في الحليب والألبان وفي بعض الفواكه والخضر ويستعمل كمادة مضافة في الصناعة الغذائية و في الصيدلة ضد بعض أمراض الجلد...  
يهدف هذا الجزء من التمرين في مرحلة أولى إلى دراسة تفاعل حمض اللاكتيك مع هيدروكسيد الصوديوم، وفي مرحلة ثانية إلى دراسة تفاعله مع كحول.

**1. تفاعل حمض اللاكتيك مع هيدروكسيد الصوديوم**

**معطيات:**

- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$  ؛

- الصيغة نصف المنشورة لحمض اللاكتيك هي:  $CH_3 - CH(OH) - COOH$  ونرمز له بـ  $AH$  ولقاعده

المرافقة بـ  $A^-$  ؛

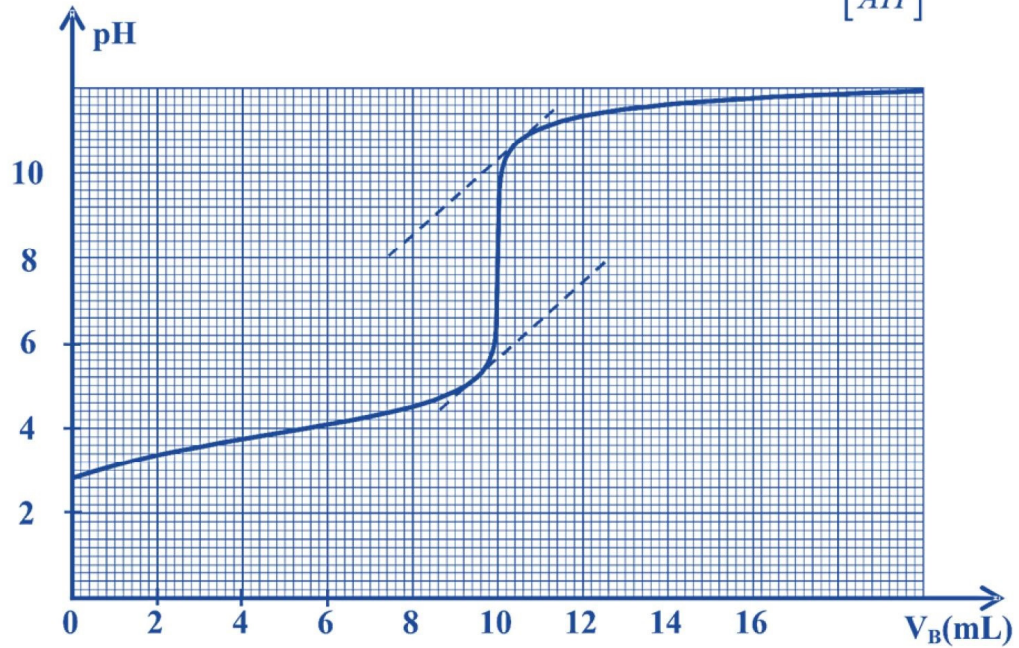
- ثابتة الحمضية للمزدوجة  $AH_{(aq)} / A^-_{(aq)}$  هي:  $K_A = 10^{-3,9}$  ؛

- منطقة الانعطاف لبعض الكواشف الملونة:

الكاشف الملون	الهيليانتين	أزرق البروموثيمول	أحمر الكريزول
منطقة الانعطاف	3 - 4,4	6 - 7,6	7,2 - 8,8



- نعاير بقياس pH، حملاً  $V_A = 15 \text{ mL}$  من محلول مائي ( $S_A$ ) لحمض اللاكتيك  $AH$  تركيزه  $C_A$  بواسطة محلول مائي ( $S_B$ ) لهيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $C_B = 3.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
يمثل المنحنى أسفله تغيرات قيم pH الخليط بدلالة الحجم  $V_B$  المضاف من المحلول ( $S_B$ ) خلال المعايرة.
- 1.1. أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل خلال المعايرة.
  - 1.2. عيّن إحداثيتي نقطة التكافؤ  $V_{BE}$  و  $pH_E$ .
  - 1.3. أحسب التركيز  $C_A$  للمحلول ( $S_A$ ).
  - 1.4. اختر، معطلاً جوابك، الكاشف الملون الملائم لمعلمة التكافؤ من بين الكواشف الملونة المقترحة.
  - 1.5. أوجد النسبة  $\frac{[A^-]}{[AH]}$  عند إضافة الحجم  $V_B = 10 \text{ mL}$  ثم استنتج النوع الكيميائي المهيمن  $AH$  أو  $A^-$ .



## 2. تفاعل حمض اللاكتيك مع الميثانول

نمزج في حوجلة الكمية  $n_0 = 10^{-3} \text{ mol}$  من حمض اللاكتيك  $CH_3 - CH(OH) - COOH$  مع نفس الكمية  $n_0 = 10^{-3} \text{ mol}$  من الميثانول الخالص  $CH_3 - OH$ ، ثم نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي لمدة زمنية معينة، فنحصل عند نهاية التفاعل على إستر  $E$  كمية مادته  $n_E = 6.10^{-4} \text{ mol}$ .

- 2.1. أذكر مميزتين للتفاعل الحاصل.
- 2.2. اقترح عاملين حركيين لتسريع تفاعل الأسترة.
- 2.3. أكتب باستعمال الصيغ نصف المنشورة معادلة التفاعل الحاصل بين حمض اللاكتيك والميثانول.
- 2.4. أحسب المردود  $r$  عند نهاية التفاعل.

## الإمتحان الوطني - 2018 إستدراكية

### الجزء الأول: دراسة العمود زنك - نحاس

يتم خلال اشتغال الأعمدة الكهركيميائية تحويل جزء من الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية. ندرس في هذا الجزء من التمرين مبدأ اشتغال العمود زنك - نحاس.

ننجز العمود زنك- نحاس باستعمال الأدوات والمواد التالية:

- كأس تحتوي على محلول مائي لكبريتات الزنك  $Zn^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$  تركيزه المولي  $C_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$  ؛

- كأس تحتوي على محلول مائي لكبريتات النحاس  $Cu^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$  تركيزه المولي  $C_2 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$  ؛

- صفيحة من الزنك وصفيحة من النحاس؛

- قنطرة ملحية.

نصل إلكترودي العمود بموصل أومي وأمبيرمتر مركبين على التوالي. يشير الأمبيرمتر عند غلق الدارة إلى مرور تيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 0,3 \text{ A}$ .

معطيات:

- ثابتة فرادي:  $1F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$  ؛

- الكتلة المولية الذرية للنحاس:  $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$  ؛

- ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل  $Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} \xrightleftharpoons{K} Cu_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)}$  :  $K = 1,7.10^{37}$ .

1. أحسب قيمة  $Q_{r,i}$  خارج التفاعل عند الحالة البدئية للمجموعة الكيميائية.

2. استنتج منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية المدروسة.

3. أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الكيميائي الحاصل عند الكاثود.

4. أحسب كتلة النحاس المتكون خلال اشتغال العمود لمدة  $\Delta t = 5 \text{ h}$ .

### الجزء الثاني: دراسة تفاعل حلمأة إستر

تختلف مميزات ونواتج تفاعل حلمأة إستر باختلاف طبيعة الوسط التفاعلي.

يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة حلمأة إستر في وسط حمضي وإلى دراسة الحلمأة القاعدية لهذا الإستر.

#### 1. حلمأة إيثانوات الميثيل

نمزج في دورق 0,6 mol من إيثانوات الميثيل الخالص  $\text{CH}_3 - \text{CO}_2 - \text{CH}_3$  مع 0,6 mol من الماء المقطر ثم

نضيف للخليط بعض قطرات حمض الكبريتيك المركز ونسخن بالارتداد لمدة زمنية معينة، فيحصل تفاعل كيميائي.

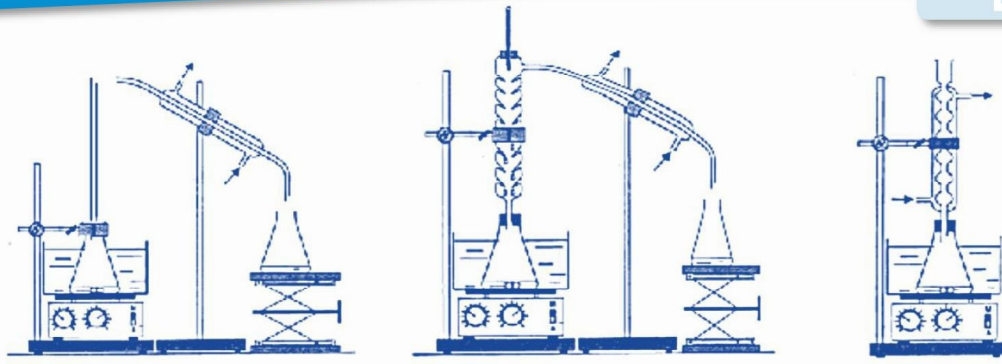
كمية مادة إيثانوات الميثيل المتبقية عند التوازن تساوي 0,4 mol .

1.1. ما دور حمض الكبريتيك المضاف؟

1.2. أذكر مميزتين للتفاعل الحاصل.

1.3. اختر، من بين التراكيب التجريبية التالية (أ) أو (ب) أو (ج) ، التركيب المستعمل في التسخين بالارتداد.





(ج)

(ب)

(أ)

1.4. أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المدروس باستعمال الصيغ نصف المنشورة.

1.5. أحسب ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة هذا التفاعل الكيميائي.

## 2. الحلمة القاعدية لإيثانوات الميثيل

نصب في كأس حجم  $V_0$  من محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم  $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$  كمية مادته  $n_0$

وتركيزه  $c_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  ثم نضيف إليه، عند لحظة  $t=0$  نعتبرها أصلا للتواريخ، نفس كمية المادة  $n_0$  من

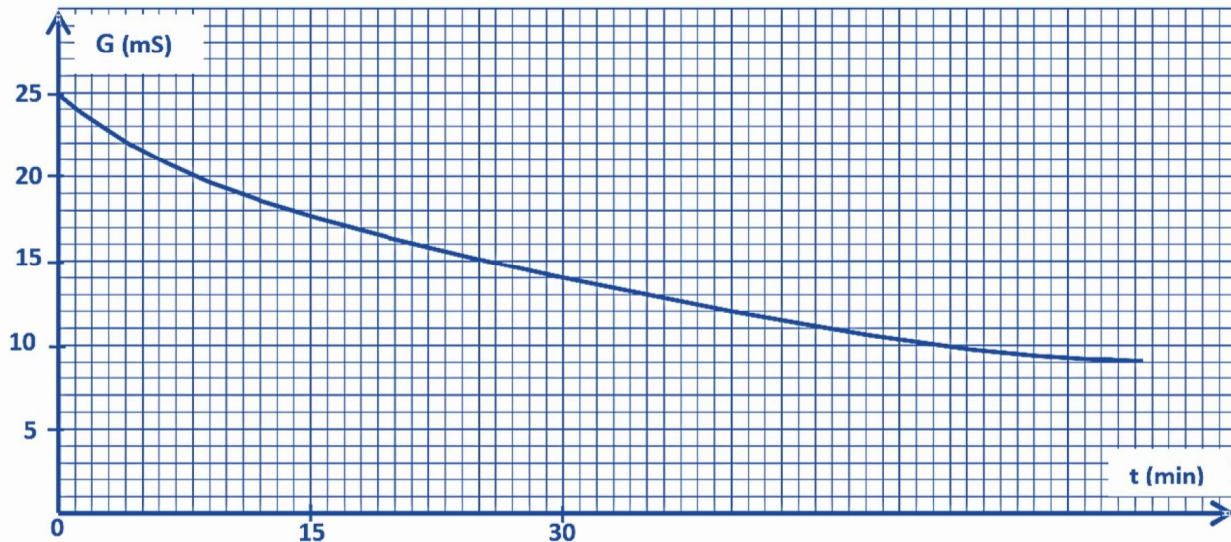
إيثانوات الميثيل. نحصل على خليط تفاعلي متساوي المولات حجمه  $V \approx V_0 = 10^{-1} \text{ L}$ .

تكتب المعادلة الكيميائية للتحويل الحاصل كالآتي:  $\text{CH}_3 - \text{CO}_2 - \text{CH}_3_{(\text{t})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{A}_{(\text{t})} + \text{B}^-_{(\text{aq})}$ .

2.1. أكتب الصيغة نصف المنشورة لكل من النوعين الكيميائيين  $\text{A}_{(\text{t})}$  و  $\text{B}^-_{(\text{aq})}$ .

2.2. نتتبع التطور الزمني لهذا التحويل بقياس المواصلة  $G$  للخليط التفاعلي عند لحظات مختلفة.

يمثل الشكل أسفله المنحنى التجريبي  $G(t)$  المحصل عليه بواسطة عدة معلوماتية ملائمة.



عند كل لحظة  $t$ ، تكتب العلاقة بين تقدم التفاعل  $x(t)$  و المواصلة  $G(t)$  للخليط التفاعلي على الشكل:

$$x(t) = -6,3 \cdot 10^{-2} \cdot G(t) + 1,57 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

2.2.1. حدد قيمة  $G_{1/2}$  مواصلة الخليط التفاعلي عندما يكون تقدم التفاعل  $x = \frac{x_{\text{max}}}{2}$ ، حيث  $x_{\text{max}}$  التقدم الأقصى

للتفاعل.

2.2.2. أوجد، بالوحدة min، قيمة زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .



## الإمتحان الوطني - 2017 عادية

الجزء الأول: العمود ألومينيوم - نحاس

يعتمد اشتغال الأعمدة الكهركيميائية على مبدأ تحويل جزء من الطاقة الناتجة عن تحولات كيميائية تلقائية إلى طاقة كهربائية تستهلك عند الحاجة. نقترح في هذا الجزء، دراسة مبسطة للعمود ألومينيوم - نحاس.

لدراسة العمود ألومينيوم - نحاس ننجز التجربة التالية:

- نغمر إلكترودا من النحاس في كأس تحتوي على الحجم  $V=65mL$  من محلول مائي لكبريتات النحاس  $Cu^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$  ، حيث التركيز المولي البدئي للأيونات  $Cu^{2+}_{(aq)}$  هو  $[Cu^{2+}_{(aq)}]_i = 6,5.10^{-1} mol.L^{-1}$ .
- نغمر إلكترودا من الألومينيوم في كأس أخرى تحتوي على نفس الحجم  $V=65mL$  من محلول مائي لكبريتات الألومينيوم  $Al^{3+}_{(aq)} + 3SO^{2-}_{4(aq)}$  ، حيث التركيز المولي البدئي للأيونات  $Al^{3+}_{(aq)}$  هو  $[Al^{3+}_{(aq)}]_i = 6,5.10^{-1} mol.L^{-1}$ .

- نوصل المحلولين بقطرة ملحقة ونركب على التوالي بين قطبي العمود موصلا أوميا وأمبيرمترا وقاطعا للتيار.  
عند غلق الدارة، يمر فيها تيار كهربائي شدته ثابتة.

معطيات:

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل هما:  $Al^{3+}_{(aq)} / Al_{(s)}$  و  $Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$ .
- ثابتة فرادي:  $1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$ .
- ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل  $3Cu^{2+}_{(aq)} + 2Al_{(s)} \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} 3Cu_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)}$  هي  $K = 10^{200}$ .

- 1- اكتب تعبير  $Q_{r,i}$  خارج التفاعل الكيميائي للمجموعة عند الحالة البدئية ثم احسب قيمته.
- 2- حدد، معطلا جوابك، منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية خلال اشتغال العمود.
- 3- مثل التنبؤ الاصطلاحي للعمود المدروس.
- 4- أوجد  $q$ ، كمية الكهرباء المارة في الدارة عندما تصبح قيمة تركيز الأيونات  $Cu^{2+}_{(aq)}$  :  $[Cu^{2+}_{(aq)}] = 1,6.10^{-1} mol.L^{-1}$ .

الجزء الثاني: تفاعلات حمض البوتانويك

يستعمل حمض البوتانويك  $C_3H_7COOH$  ، في تحضير بعض المواد العطرية والنكهات الغذائية... الخ  
يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة تفاعل حمض البوتانويك مع الماء ومقارنة تأثير هذا الحمض وأندريد البوتانويك على الإيثانول  $C_2H_5OH$ .

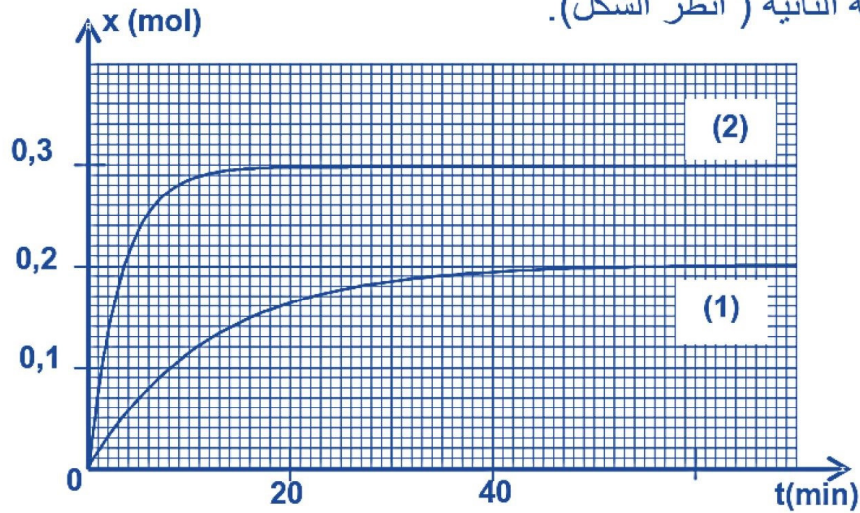
1- تفاعل حمض البوتانويك مع الماء:

نحضر في مختبر الكيمياء محلولاً مائياً لحمض البوتانويك حجمه  $V$  وتركيزه المولي  $C = 1,0.10^{-2} mol.L^{-1}$ .  
قيمة  $pH$  هذا المحلول هي  $pH = 3,41$ .  
ننمذج التحول الحاصل بالمعادلة الكيميائية التالية:





- 1.1- حدد نسبة التقدم النهائي للتفاعل، ماذا تستنتج؟
- 1.2- أوجد تعبير  $Q_{r,eq}$  خارج التفاعل عند توازن المجموعة الكيميائية بدلالة  $C$  و  $pH$  ثم احسب قيمته.
- 1.3- استنتج قيمة  $pK_A$  للمزدوجة  $C_3H_7COOH_{(aq)} / C_3H_7COO^-_{(aq)}$ .
- 2- تفاعل كل من حمض البوتانويك وأندريد البوتانويك مع الإيثانول:  
لمقارنة تأثير كل من حمض البوتانويك وأندريد البوتانويك على الإيثانول، ننجز تجربتين منفصلتين عند نفس درجة الحرارة:  
- التجربة الأولى: نحضر في حوجلة خليطا متساوي المولات بمزج نفس كمية المادة  $n_0 = 0,3 \text{ mol}$  من الإيثانول ومن حمض البوتانويك. بعد إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز، نسخن الخليط التفاعلي بالارتداد فيحدث تفاعل الأسترة.  
- التجربة الثانية: نحضر في حوجلة أخرى خليطا متساوي المولات بمزج نفس كمية المادة  $n_0 = 0,3 \text{ mol}$  من الإيثانول ومن أندريد البوتانويك، ثم نسخن الخليط التفاعلي بالارتداد فيحدث تفاعل كيميائي.  
يمثل المنحنى (1) التطور الزمني لتقدم التفاعل خلال التجربة الأولى، ويمثل المنحنى (2) التطور الزمني لتقدم التفاعل خلال التجربة الثانية ( انظر الشكل).



- 2.1- ما الفائدة من التسخين بالارتداد؟
- 2.2- حدد قيمة  $t_{1/2}$  زمن نصف التفاعل في كل تجربة، ثم استنتج أي التفاعلين الكيميائيين أسرع.
- 2.3- حدد نسبة التقدم النهائي للتفاعل في كل تجربة، ثم استنتج التفاعل التام من بين التفاعلين المدروسين.
- 2.4- باستعمال الصيغ نصف المنشورة، اكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل في التجربة الثانية.

## الإمتحان الوطني - 2017 استدراكية

### الجزء الأول: التفضيض بواسطة التحليل الكهربائي

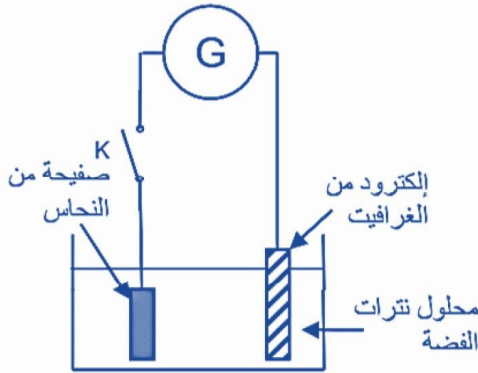
من بين التطبيقات الصناعية للتحليل الكهربائي، نجد تغطية بعض الفلزات بطبقة رقيقة من فلز آخر قصد حمايتها من التآكل أو تلميع مظهرها.  
يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة عملية التفضيض لصفحة من النحاس بواسطة التحليل الكهربائي.

المعطيات :

- المزدوجتان المتدخلتان:  $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$  و  $Ag^+_{(aq)} / Ag_{(s)}$ ؛

-  $1 F = 96500 C.mol^{-1}$ ؛

- الكتلة المولية الذرية للفضة:  $M(Ag) = 108 g.mol^{-1}$ .



نغمر صفيحة من النحاس كلياً في محلول مائي لنترات الفضة  $Ag^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)}$ ، ثم نصلها بواسطة سلك موصل بأحد قطبي المولد الكهربائي G، ونربط قطبه الآخر بالكترود من الغرافيت كما هو مبين في الشكل جانبه.

عند غلق قاطع التيار K، يزود المولد G الدارة خلال المدة

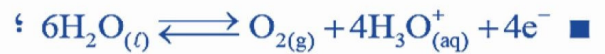
$\Delta t = 70 \text{ min}$  بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 0,4 A$ ، فيتصاعد غاز ثنائي الأوكسجين  $O_2$  على مستوى الكترود الغرافيت ويتوضع فلز الفضة بشكل منتظم على صفيحة النحاس. نعتبر أن أيونات النترات لا تتفاعل أثناء التحليل الكهربائي.

انقل على ورقة التحرير رقم السؤال واكتب بجانبه الجواب الصحيح من بين الأجوبة المقترحة دون إضافة أي تعليل أو تفسير.

1- خلال عملية التفضيض بواسطة التحليل الكهربائي:

- تمثل صفيحة النحاس الأنود وهي متصلة بالقطب السالب للمولد G.
- تمثل صفيحة النحاس الأنود وهي متصلة بالقطب الموجب للمولد G.
- تمثل صفيحة النحاس الكاثود وهي متصلة بالقطب السالب للمولد G.
- تمثل صفيحة النحاس الكاثود وهي متصلة بالقطب الموجب للمولد G.

2- تكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل عند إكترود الغرافيت على الشكل:



3- الكتلة  $m(Ag)$  للفضة المتوضعة على صفيحة النحاس خلال المدة  $\Delta t$  هي:

■  $m(Ag) \approx 30 \text{ mg}$ ؛

■  $m(Ag) \approx 1,9 \text{ g}$ ؛

■  $m(Ag) \approx 0,5 \text{ g}$ ؛

■  $m(Ag) \approx 1,9 \text{ mg}$ .

الجزء الثاني: تفاعل الأسترة

لتصنيع إيثانوات الإيثيل، قام تقني المختبر بتحضير مجموعة من أنابيب اختبار، وذلك بمزج في كل أنبوب الحجم  $V = 34,5 \text{ mL}$  من الإيثانول الخالص مع  $0,6 \text{ mol}$  من حمض الإيثانويك. بعد أن أغلق هذه الأنابيب بإحكام، وضعها في آن واحد داخل حمام مريم درجة حرارته ثابتة  $100^\circ C$ .



# الإمتحانات الوطنية

## كيمياء

لنتبع تطور المجموعة الكيميائية عند لحظات مختلفة ، يخرج التقني عند لحظة معينة  $t$  أنبوبا من حمام مريم ويغمره في الماء المثلج، وبعد ذلك يقوم بمعايرة كمية الحمض المتبقية في هذا الأنبوب عند هذه اللحظة بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه معروف .  
يمثل منحنى الشكل أسفله تطور كمية المادة  $n$  لحمض الإيثانويك المتبقية في الأنبوب بدلالة الزمن .

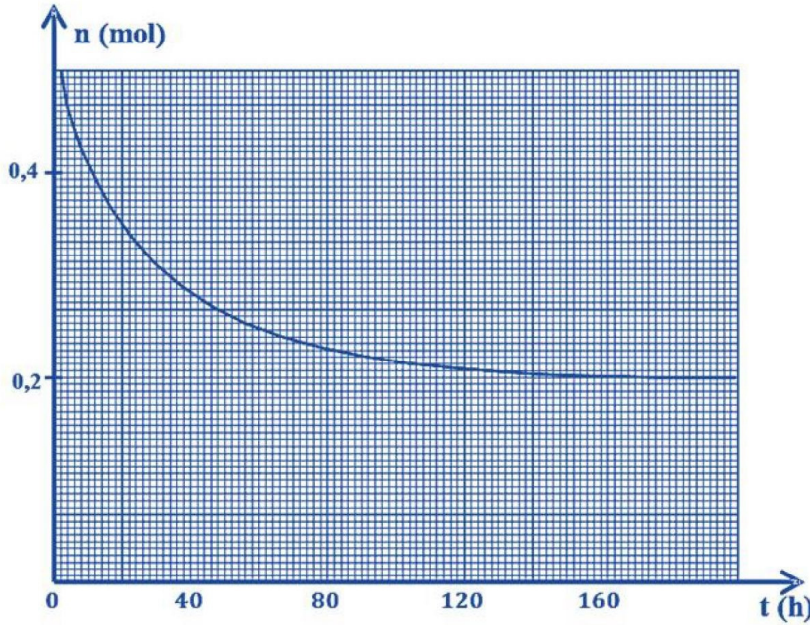
### المعطيات:

- الكتلة المولية للإيثانول:

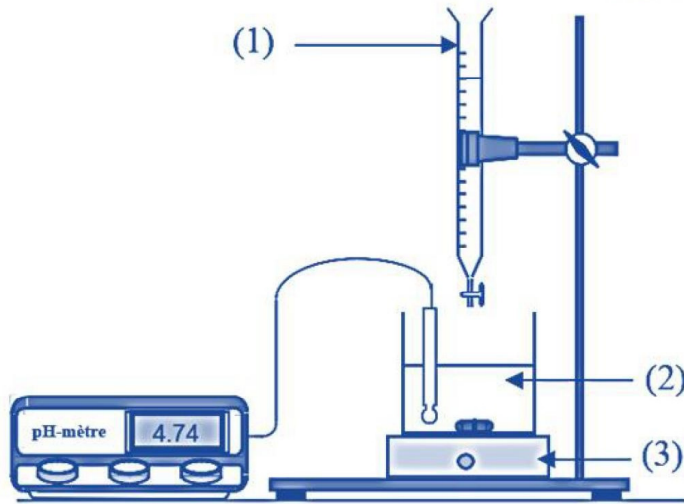
$$M(C_2H_5OH) = 46 \text{ g.mol}^{-1}$$

- الكتلة الحجمية للإيثانول:

$$\rho = 0,8 \text{ g.cm}^{-3}$$



- 1- ما الهدف من استعمال الماء المثلج قبل القيام بالمعايرة؟
- 2- يمثل الشكل أسفله تبيانة التركيب التجريبي لإنجاز المعايرة حمض- قاعدة. أعط أسماء المكونات التي تشير إليها الأرقام المبينة على تبيانة هذا الشكل .



- 3- بين أن الخليط التفاعلي في كل أنبوب متساوي المولات في الحالة البدئية .
- 4- اكتب، مستعملا الصيغ نصف المنشورة، معادلة التفاعل الحاصل في كل أنبوب.
- 5- حدد تركيب الخليط التفاعلي في كل أنبوب عند التوازن .
- 6- بين أن قيمة ثابتة التوازن هي  $K = 4$  .
- 7- أعاد التقني نفس التجربة عند نفس درجة الحرارة، حيث مزج في كل أنبوب هذه المرة  $0,4 \text{ mol}$  من الإيثانول و  $0,1 \text{ mol}$  من حمض الإيثانويك .  
أوجد مردود التفاعل  $r$  في هذه الحالة .

8- للحصول على 100% كمردود لتصنيع إيثانوات الإيثيل، استعمل التقني أندريد الإيثانويك عوض حمض الإيثانويك .  
اكتب، مستعملا الصيغ نصف المنشورة، معادلة التفاعل الحاصل.

### الإمتحان الوطني - 2016 عادية

الجزء الأول (2 نقط) : التحليل الكهربائي لمحلول نترات الرصاص  
ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لنترات الرصاص  $Pb_{(aq)}^{2+} + 2NO_3^{-}(aq)$ .  
نضع هذا المحلول في محلل كهربائي ونمرر تيارا كهربائيا مستمرا شدته ثابتة  $I = 0,7A$  بين الإلكترودين (A) و (B) للمحلل خلال المدة الزمنية  $\Delta t = 60min$ .  
نلاحظ خلال هذا التحليل الكهربائي، توضع فلز الرصاص على الإلكترود (A) وتكوّن غاز ثنائي الأوكسجين بجوار الإلكترود (B).

معطيات :

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل :  $Pb_{(aq)}^{2+} / Pb_{(s)}$  و  $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$
- ثابتة فرادي:  $1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$
- الحجم المولي للغاز في ظروف التجربة :  $V_m = 24 L.mol^{-1}$

انقل(ي) على ورقة التحرير رقم السؤال واكتب(ي) بجانبه الجواب الصحيح من بين الأجوبة الأربعة المقترحة دون إضافة أي تعليل أو تفسير.

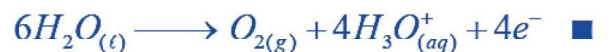
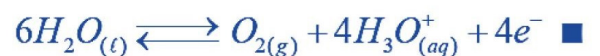
1. التحليل الكهربائي المدروس هو تحول:

- فيزيائي ■ قسري ■ تلقائي ■ حمض- قاعدة

2. خلال التحليل الكهربائي المدروس :

- الإلكترود (A) هو الأنود وجواره يتأكسد الرصاص.
- الإلكترود (A) هو الكاثود وجواره تختزل أيونات الرصاص.
- الإلكترود (B) هو الأنود وجواره يحدث تفاعل اختزال.
- الإلكترود (B) هو الكاثود وجواره يختزل الماء.

3. معادلة التفاعل الحاصل عند الإلكترود (B) هي :



4. الحجم  $v(O_2)$  لغاز ثنائي الأوكسجين الناتج خلال المدة  $\Delta t$  هو:

- $v(O_2) \approx 0,64 L$  ■  $v(O_2) \approx 0,64 mL$  ■  $v(O_2) \approx 0,16 L$  ■  $v(O_2) \approx 0,16 mL$  ■



# الإمتحانات الوطنية

كيمياء

الجزء الثاني (5 نقط) : دراسة تفاعلين لحمض البروبانويك

يستعمل حمض البروبانويك كمادة حافظة للأغذية ويحمل الرمز E280 : نجده في الأجبان والمشروبات والمعلبات ، كما يستعمل في تحضير بعض العطور ومستحضرات التجميل وبعض الأدوية.  
يهدف هذا الجزء في مرحلة أولى إلى دراسة تفاعل محلول حمض البروبانويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم، وفي مرحلة ثانية إلى دراسة تفاعله مع الإيثانول.  
معطيات:

- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة  $25^{\circ}\text{C}$  ؛
- الجداء الأيوني للماء :  $K_e = 10^{-14}$  ؛
- نرمز لحمض البروبانويك  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$  بـ  $\text{AH}$  و لقاعدته المرافقة بـ  $\text{A}^-$  ؛
- ثابتة الحمضية للمزدوجة  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}_{(\text{aq})} / \text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-_{(\text{aq})}$  :  $K_A = 10^{-4,9}$  ؛
- منطقة الانعطف لبعض الكواشف الملونة :

الكاشف الملون	الهيلاننتين	أزرق البروموثيمول	أزرق الثيمول
منطقة الانعطف	3 – 4,4	6 – 7,6	8 – 9,6

## 1- تفاعل حمض البروبانويك مع هيدروكسيد الصوديوم

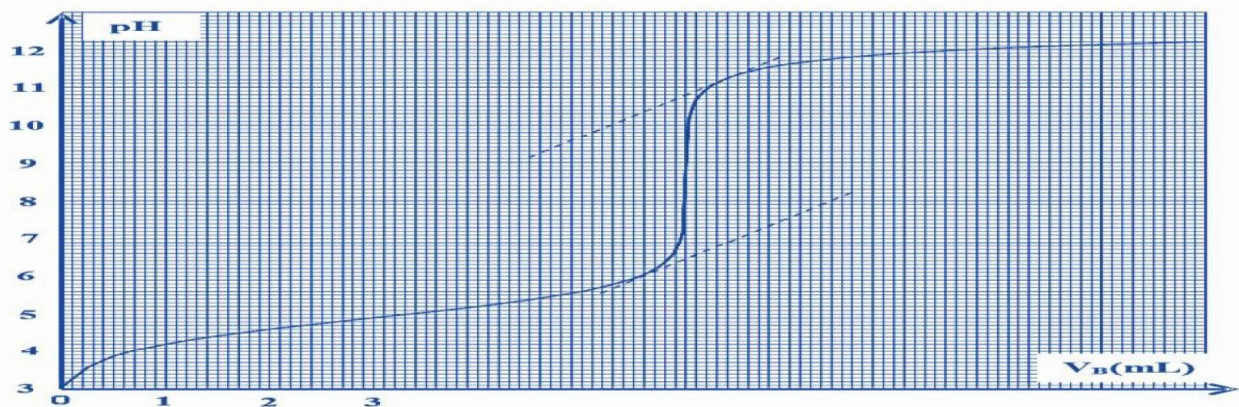
نعاير بقياس pH ، حمضا  $V_A = 5\text{ mL}$  من محلول مائي ( $\text{S}_A$ ) لحمض البروبانويك  $\text{AH}$  تركيزه  $\text{C}_A$  بواسطة محلول مائي ( $\text{S}_B$ ) لهيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $\text{C}_B = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
يمثل منحني الشكل 1 تغير pH الخليط بدلالة الحجم  $V_B$  للمحلول ( $\text{S}_B$ ) المضاف خلال المعايرة.  
1.1. عين إحداثيتي نقطة التكافؤ:  $V_{BE}$  و  $\text{pH}_E$ .

1.2. بحساب ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بتفاعل المعايرة، بيّن أن هذا التفاعل كلي.

1.3. احسب التركيز  $\text{C}_A$ .

1.4. اختر من بين الكواشف الملونة المقترحة، الكاشف الملون الملائم لمعلمة التكافؤ. علل الجواب.

1.5. حدد معللا جوابك، النوع المهيمن  $\text{AH}$  أو  $\text{A}^-$  عند إضافة الحجم  $V_B = 7\text{ mL}$ .





2. تفاعل حمض البروبانويك مع الإيثانول  
نمزج في حوجة  $n_0 = 0,50 \text{ mol}$  من حمض البروبانويك و  $n_0 = 0,50 \text{ mol}$  من الإيثانول الخالص، ثم نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي لمدة زمنية معينة، فنحصل عند نهاية التفاعل على مركب عضوي E كمية مادته  $n_E = 0,33 \text{ mol}$ .

- 2.1. اذكر مميزتين للتفاعل الحاصل.
- 2.2. اكتب الصيغة نصف المنشورة للمركب العضوي E و أعط اسمه.
- 2.3. أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.
- 2.4. احسب المردود  $r$  لهذا التفاعل.

### الإمتحان الوطني - 2016 ستدراكية

**الجزء الأول (2 نقط): التحليل الكهربائي لكلورور المغنيزيوم**  
تنجز التحليل الكهربائي لكلورور المغنيزيوم  $\text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^-$  عند درجة حرارة مرتفعة بواسطة تيار كهربائي شنته ثابتة  $I = 6 \text{ A}$  خلال المدة  $\Delta t = 10 \text{ h}$ . أثناء هذا التحليل يتوضع فلز المغنيزيوم على أحد الإلكترودين ويتصاعد غاز ثنائي الكلور بجوار الإلكترود الآخر.  
**المعطيات:**

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل:  $\text{Mg}^{2+} / \text{Mg}$  و  $\text{Cl}_{2(g)} / \text{Cl}^-$  ؛
  - ثابتة فرايدي:  $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$  ؛
  - الحجم المولي للغاز في ظروف التجربة:  $V_m = 68,6 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$  ؛
  - الكتلة المولية للمغنيزيوم:  $M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .
1. أعط اسم الإلكترود (أنود أو كاثود) الذي يتوضع عليه المغنيزيوم.
  2. اكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة.
  3. حدد الكتلة  $m$  للمغنيزيوم المتوضع خلال المدة  $\Delta t$ .
  4. لصب الحجم  $V$  لغاز ثنائي الكلور المتكون في ظروف التجربة خلال المدة  $\Delta t$ .

### الجزء الثاني (5 نقط): دراسة تفاعل إيثانوات الإيثيل

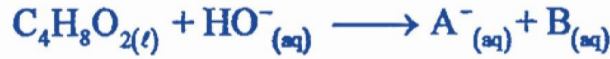
1. دراسة تفاعل إيثانوات الإيثيل مع الماء  
نمزج في حوجة  $1 \text{ mol}$  من إيثانوات الإيثيل الخالص و  $1 \text{ mol}$  من الماء المقطر ثم نضيف بعض قطرات حمض الكبريتيك المركز. نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي لمدة زمنية معينة، فيحصل تفاعل كيميائي. كمية مادة إيثانوات الإيثيل المتبقية عند التوازن هي  $0,67 \text{ mol}$ .

- 1.1. ما دور حمض الكبريتيك المضاف؟
- 1.2. اذكر مميزتين للتفاعل الحاصل.
- 1.3. لكتب للمعادلة الكيميائية للتفاعل المدروس باستعمال الصيغ نصف المنشورة.
- 1.4. لصب ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة هذا التفاعل.



2. دراسة تفاعل إيثانوات الإيثيل مع هيدروكسيد الصوديوم.

نصب في كلس، حجما  $V_0$  من محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم  $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$  كمية مائته  $n_0$  وتركيزه  $c_0 = 10 \text{ mol.m}^{-3}$  ثم نضيف إليه ، عند لحظة  $t=0$  نعتبرها أصلا للتواريخ ، نفس كمية المادة  $n_0$  من إيثانوات الإيثيل. نحصل على خليط تفاعلي متساوي المولات حجمه  $V \approx V_0 = 10^{-4} \text{ m}^3$  .  
ننمذج للتحويل الكيميائي الذي يحدث بين إيثانوات الإيثيل و هيدروكسيد الصوديوم بالمعادلة الكيميائية التالية:

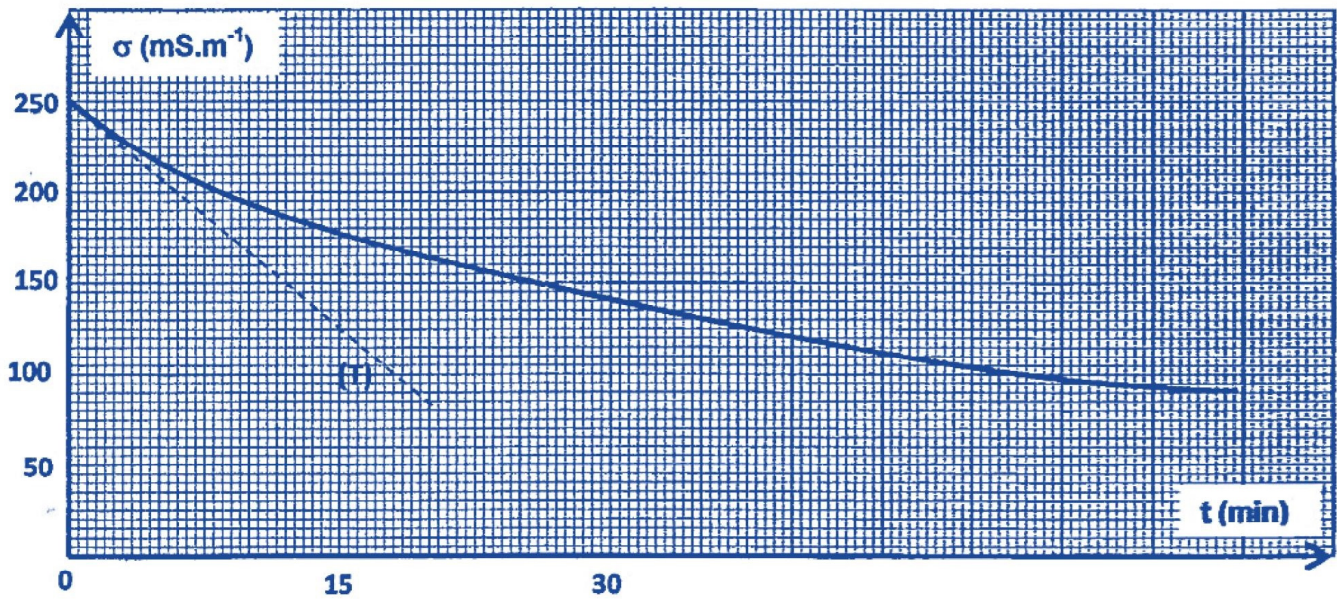


2.1. اكتب الصيغة نصف المنشورة للنوع الكيميائي  $\text{A}^-$  وأعط اسمه.

2.2. أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.

2.3. تتبع تطور التفاعل بقياس موصلية الخليط التفاعلي  $\sigma$  بدلالة الزمن.

يعطي الشكل أسفله المنحنى التجريبي  $\sigma(t)$  المحصل عليه بواسطة عدة معلوماتية ملائمة. يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند أصل التواريخ.



عند كل لحظة  $t$  ، تكتب العلاقة بين تقدم التفاعل  $x(t)$  وموصلية الخليط التفاعلي على الشكل:  
 $x(t) = -6,3 \cdot 10^{-3} \cdot \sigma(t) + 1,57 \cdot 10^{-3}$  حيث  $\sigma(t)$  معبر عنها بالوحدة  $\text{S.m}^{-1}$  و  $x(t)$  بالمول.  
بإستغلال المنحنى التجريبي:

2.3.1. احسب  $\sigma_{1/2}$  موصلية الخليط التفاعلي عند  $x = \frac{x_{\text{max}}}{2}$  ؛ حيث  $x_{\text{max}}$  التقدم الأقصى للتفاعل .

2.3.2. أوجد بالوحدة min ، زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  .

2.3.3. حدد بالوحدة  $\text{mol.m}^{-3}.\text{min}^{-1}$  ، السرعة الحجمية  $v$  للتفاعل عند اللحظة  $t=0$  .



## الإمتحان الوطني - 2015 عادية

### الجزء الأول: التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم (2,25 نقط)

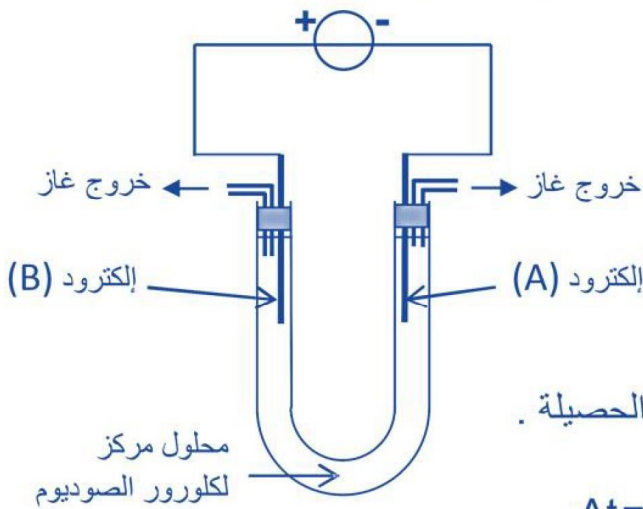
يُمكن التحليل الكهربائي من الحصول على غازات ذات نقاوة عالية .  
ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مركز لكلورور الصوديوم  $Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$  ، فيكون على مستوى أحد الإلكترودين غاز ثنائي الكلور وعلى مستوى الإلكترود الآخر غاز ثنائي الهيدروجين ؛ كما يصير الوسط التفاعلي قاعديا خلال التحول الكيميائي.

**معطيات:**

- المزدوجتان المتدخلتان في التحول الكيميائي :  $Cl_{2(g)} / Cl^-_{(aq)}$  و  $H_2O_{(l)} / H_{2(g)}$  .

- ثابتة فرادي :  $1F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$  .

- الحجم المولي في ظروف التجربة :  $V_m = 25,0 \text{ L.mol}^{-1}$  .



يمثل الشكل جانبه تبيانة التركيب التجريبي المستعمل لإنجاز هذا التحليل الكهربائي.

1- حدّد، معلا جوابك، من بين الإلكترودين (A) و (B) الإلكترود الذي يلعب دور الأنود والإلكترود الذي يلعب دور الكاثود.

2- أكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة .

3- يزود المولد الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 3 \text{ A}$  .

أحسب حجم غاز ثنائي الكلور المتكون خلال المدة  $\Delta t = 25 \text{ min}$  .

### الجزء الثاني: دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء ومع الإيثانول (4,75 نقط)

يُستعمل حمض البنزويك كمادة حافظة في تعليب بعض المواد الغذائية والمشروبات الغازية غير الكحولية ، كما يدخل في تصنيع مجموعة من المركبات العضوية .

يهدف هذا الجزء إلى تحديد ثابتة الحمضية للمزدوجة  $C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$  وإلى دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الإيثانول.

**معطيات:**

- تمت القياسات عند درجة الحرارة  $25^\circ \text{C}$  .

- الكتلة المولية لحمض البنزويك :  $M(C_6H_5COOH) = 122 \text{ g.mol}^{-1}$  .

- الكتلة المولية للإيثانول :  $M(C_2H_5OH) = 46 \text{ g.mol}^{-1}$  .

- الكتلة الحجمية للإيثانول الخالص :  $\rho = 0,78 \text{ g.mL}^{-1}$  .

- الكتلة المولية لبنزوات الإيثيل :  $M(C_6H_5COOC_2H_5) = 150 \text{ g.mol}^{-1}$  .

- الموصليتان الموليتان الأيونيتان :  $\lambda_{C_6H_5COO^-} = 3,23.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$  و  $\lambda_{H_3O^+} = 35.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$  .

- تعبير الموصلية  $\sigma$  لمحلول مخفف هو  $\sigma = \sum_i \lambda_i [X_i]$  حيث  $[X_i]$  التركيز المولي الفعلي لكل نوع أيوني موجود في المحلول و  $\lambda_i$  موصليته المولية الأيونية .

- نهمل تأثير الأيونات  $HO^-$  على موصلية المحلول.



### 1- دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء

نعتبر محلولاً مائياً (S) لحمض البنزويك تركيزه المولي  $C = 10 \text{ mol.m}^{-3}$  وحجمه  $V$ .  
أعطى قياس موصلية المحلول (S) القيمة  $\sigma = 2,76.10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$  عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$ .  
ننمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين حمض البنزويك والماء بالمعادلة الكيميائية التالية :



- 1.1- بين أن نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل تساوي 0,072 .
- 1.2- أوجد تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,\text{eq}}$  عند التوازن بدلالة  $C$  و  $\tau$ .
- 1.3- استنتج قيمة الثابتة  $pK_A$  للمزدوجة  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}_{(\text{aq})} / \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^{-}_{(\text{aq})}$ .

### 2- دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الإيثانول

يتميز بنزوات الإيثيل بنكهة فاكهة الكرز، لذا يستعمل في الصناعة الغذائية لإضفاء هذه النكهة على المواد الغذائية المصنعة.

لتحضير بنزوات الإيثيل في المختبر، نمزج في حوجة الكتلة  $m_{ac} = 2,44 \text{ g}$  من حمض البنزويك مع الحجم  $V_{al} = 10 \text{ mL}$  من الإيثانول الخالص ونضيف بعض القطرات من حمض الكبريتيك المركز الذي يلعب دور الحفاز، ثم نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي تحت درجة حرارة ثابتة.

2.1- ما دور الحفاز في هذا التفاعل؟

2.2- أكتب المعادلة الكيميائية النمذجة للتحول الحاصل بين حمض البنزويك والإيثانول مستعملاً الصيغ نصف المنشورة.

2.3- تكونت عند نهاية التفاعل الكتلة  $m_e = 2,25 \text{ g}$  من بنزوات الإيثيل. حدد قيمة  $r$  مردود التفاعل .

2.4- للرفع من مردود تفاعل تصنيع بنزوات الإيثيل ، نعوض حمض البنزويك بمتفاعل آخر. أعط اسم هذا المتفاعل واكتب صيغته نصف المنشورة.

## الإمتحان الوطني - 2015 ستدراكية

تتواصل بعض الحشرات ، كالنمل والنحل، في ما بينها بواسطة مواد كيميائية عضوية تسمى الفيرومونات قصد الدفاع عن النفس أو التناسل... إلخ  
يهدف التمرين في جزئه الأول إلى دراسة تفاعل محلول حمض الإيثانويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم، وفي جزئه الثاني إلى تصنيع فيرومون (P) انطلاقاً من حمض الإيثانويك .

### الجزآن الأول والثاني مستقلان

المعطيات:

- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$
- ثابتة الحمضية لحمض الإيثانويك:  $pK_A(\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^{-}) = 4,8$
- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك:  $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$
- الكتلة الحجمية لحمض الإيثانويك الخالص:  $\rho = 1,05 \text{ g.mL}^{-1}$
- الكتلة المولية للفيرومون (P):  $M(P) = 130 \text{ g.mol}^{-1}$



# الإمتحانات الوطنية

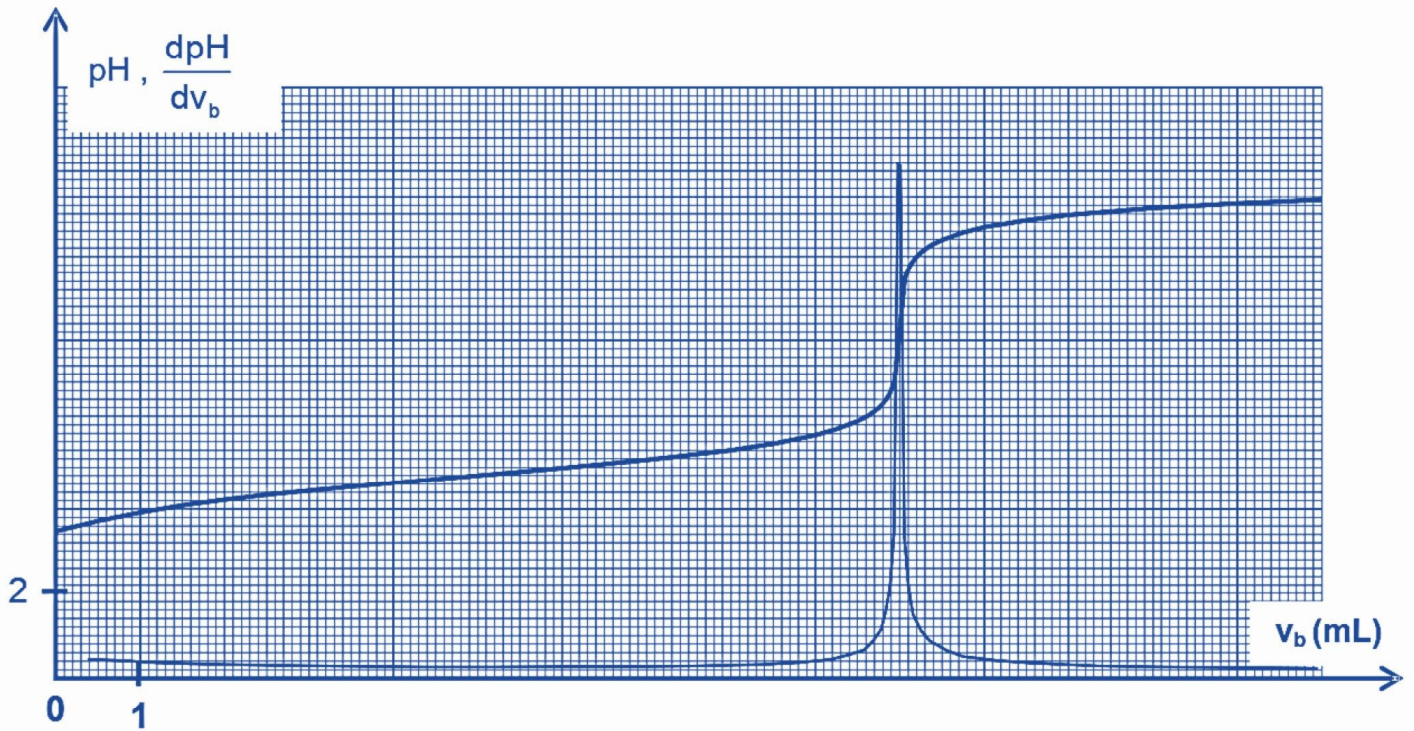
كيمياء

الجزء الأول: دراسة تفاعل حمض الإيثانويك مع هيدروكسيد الصوديوم

لتحديد تركيز محلول حمض الإيثانويك ، نعايره باستعمال محلول هيدروكسيد الصوديوم  $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$  تركيزه  $C_b = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  .

نأخذ الحجم  $v_a = 10 \text{ mL}$  من المحلول المائي ( $S_a$ ) لحمض الإيثانويك ذي التركيز  $C_a$  ونضيف إليه تدريجيا الحجم  $v_b$  من المحلول المائي ( $S_b$ ) لهيدروكسيد الصوديوم، ثم نقيس pH الخليط التفاعلي.

يمثل الشكل أسفله المنحنيين  $pH = f(v_b)$  و  $\frac{dpH}{dv_b} = f(v_b)$  لهذه المعايرة :



1.1. ارسم على ورقة التحرير تبيانة التركيب التجريبي الذي يمكّن من إنجاز المعايرة حمض- قاعدة بواسطة قياس pH مبينا أسماء الأدوات المستعملة والمحلولين.

1.2. اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل أثناء المعايرة واذكر خاصيته.

1.3. أوجد التركيز  $C_a$  لحمض الإيثانويك.

1.4. حدد ، معلا جوابك ، أي من النوعين  $CH_3COOH$  و  $CH_3COO^-$  يكون هو المهيمن في الخليط التفاعلي عند  $pH = 7$ .

1.5. أوجد ، مستعينا بمنحنى المعايرة ، الحجم  $v_b$  الذي يجب إضافته للخليط التفاعلي لكي يكون الخارج

$$\frac{[CH_3COOH]_{eq}}{[CH_3COO^-]_{eq}} = 1$$

الجزء الثاني : تصنيع الفيرومون (P)

يمكن تصنيع الفيرومون (P) في المختبر بتفاعل حمض الإيثانويك (A) والكحول (B) ذي الصيغة  $C_5H_{11}-OH$ .

2.1. أكتب معادلة التفاعل الحاصل بين (A) و (B) .

2.2. أذكر مميزتين لهذا التفاعل.



2.3. نمزج الحجم  $V_A = 28,6 \text{ mL}$  من الحمض (A) الخالص مع الكمية  $n_B = 0,50 \text{ mol}$  من الكحول (B) ونضيف بعض قطرات حمض الكبريتيك، ثم نسخن الخليط التفاعلي بالارتداد لمدة أربع ساعات تقريبا . عند التوازن ، وبعد القيام بمختلف العمليات المخبرية اللازمة ، نحصل على الكتلة  $m_p = 43,40 \text{ g}$  من الفيرومون (P).

2.3.1. ما الفائدة من التسخين بالارتداد ومن إضافة حمض الكبريتيك؟

2.3.2. حدد، مستعينا بالجدول الوصفي، كمية المادة لكل مكّون من مكونات الخليط التفاعلي عند التوازن.

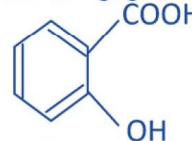
2.3.3. أحسب  $r$  مردود التفاعل لتصنيع الفيرومون (P).

## الإمتحان الوطني - 2014 عادية

يهدف التمرين إلى دراسة تفاعل حمض السليسلوك مع الماء وإلى معايرته بواسطة محلول قاعدي ثم إلى تفاعله مع حمض الإيثانويك .

نرمز لحمض السليسلوك بـ  $AH$  و لقاعدته المرافقة بـ  $A^-$  .  
معطيات:

- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة  $25^\circ \text{C}$  .

- صيغة حمض السليسلوك :  


- الموصلية المولية الأيونية :  $\lambda_{A^-} = 3,62 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$  و  $\lambda_{H_3O^+} = 35 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

- نهمل تأثير الأيونات  $HO^-$  على موصلية المحلول ، ونكتب تعبير الموصلية  $\sigma$  لمحلول مائي مخفف للحمض  $AH$  كالتالي :  $\sigma = \lambda_{A^-} \cdot [A^-] + \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]$  .

- بالنسبة للمزدوجة  $AH_{(aq)} / A_{(aq)}^-$  :  $pK_A = 3$  .

- جدول مناطق انعطاف بعض الكواشف الملونة :

الكاشف الملون	الهيلىانتين	أحمر البروموفينول	أحمر الكريزول
منطقة الانعطاف	3 - 4,4	5,2 - 6,8	7,2 - 8,8

1- دراسة تفاعل حمض السليسلوك مع الماء:

نعتبر محلولاً مائياً (S) لحمض السليسلوك تركيزه المولي  $C = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  وحجمه  $V = 100 \text{ mL}$  . أعطى قياس موصلية المحلول (S) القيمة  $\sigma = 7,18 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$  .

1.1- انقل الجدول الوصفي التالي على ورقة التحرير وأتممه.

المعادلة الكيميائية		$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O_{(aq)}^+ + A_{(aq)}^-$			
حالة المجموعة	تقدم التفاعل (mol)	كميات المادة (mol)			
البدئية	$x = 0$		وفير		
خلال التطور	$x$		وفير		
عند التوازن	$x_{eq}$		وفير		



1.2- أوجد تعبير  $x_{eq}$  تقدم التفاعل عند التوازن بدلالة  $\lambda_{A^-}$  و  $\lambda_{H_3O^+}$  و  $\sigma$  و  $V$  ، ثم أحسب قيمة  $x_{eq}$  .

1.3- بين أن القيمة التقريبية لـ  $pH$  المحلول (S) هي 2,73 .

1.4- احسب خارج التفاعل عند التوازن  $Q_{r,eq}$  .

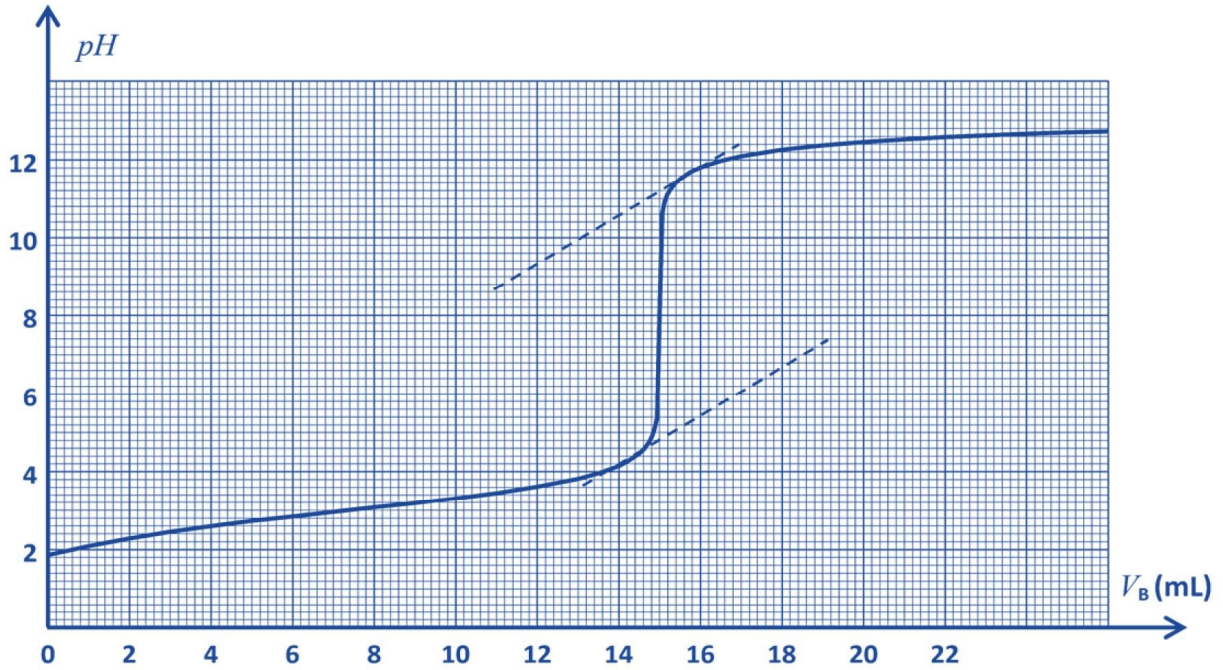
### 2- معايرة حمض السيليك بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم :

نعاير بتتبع قياس  $pH$  الحجم  $V_A = 15 mL$  من محلول مائي لحمض السيليك  $AH$  ، تركيزه  $C'_A$  ، بواسطة محلول مائي (S<sub>B</sub>) لهيدروكسيد الصوديوم  $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$  ذي التركيز  $C_R = 0,2 mol.L^{-1}$  .

2.1- ارسم تبيانة التركيب التجريبي لإنجاز هذه المعايرة معينا أسماء المعدات والمحاليل .

2.2- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحويل الحاصل أثناء هذه المعايرة .

2.3- يمثل المنحنى التالي تغير  $pH$  الخليط بدلالة الحجم  $V_B$  للمحلول (S<sub>B</sub>) لهيدروكسيد الصوديوم المضاف.



2.3.1- حدّد الإحداثيتين  $V_{BE}$  و  $pH_E$  لنقطة التكافؤ .

2.3.2- احسب التركيز  $C'_A$  .

2.3.3- بالرجوع إلى الجدول الوارد ضمن المعطيات (الصفحة 2/7) ، عيّن الكاشف الملون الملائم لإنجاز هذه المعايرة في غياب جهاز  $pH$  متر ، علل جوابك .

2.3.4- حدّد الخارج  $\frac{[A^-]_{eq}}{[AH]_{eq}}$  عند إضافة الحجم  $V_B = 6 mL$  من المحلول (S<sub>B</sub>) للخليط التفاعلي .

### 3- دراسة تفاعل حمض السيليك مع حمض الإيثانويك:

لإنجاز تفاعل الأسترة بين حمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  وحمض السيليك الذي يلعب دور الكحول في هذا التحويل الكيميائي، نسخن بالارتداد خليطا حجمه  $V$  ثابت يتكون من كمية المادة  $n_1 = 0,5 mol$  لحمض الإيثانويك ومن كمية المادة  $n_2 = 0,5 mol$  لحمض السيليك بعد إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز كحفاز.

3.1- باستعمال الصيغ الكيميائية ، اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذا التفاعل.

3.2- نحصل عند التوازن على كمية مادة الإستر المتكون  $n_{eq}(ester) = 3,85 \cdot 10^{-2} mol$  . احسب المردود  $r$  لتفاعل الأسترة .

3.3- اذكر طريقتين للرفع من مردود هذا التفاعل ، بالحفاظ على نفس المتفاعلات .



## الإمتحان الوطني - 2014 ستدراكية

الجزء الأول (4,5 نقط) : التعرف على حمض كربوكسيلي من خلال ثابتة الحمضية تدخل الأحماض الكربوكسيلية كعناصر أساسية في تركيبة مجموعة من المواد التي يستعملها الإنسان في حياته اليومية كالأدوية والعطور والأغذية وغيرها.  
يهدف هذا الجزء إلى دراسة تفاعل حمض كربوكسيلي  $AH$  مع الماء وإلى التعرف على صيغته.  
معطيات:

- نهمل تأثير الأيونات  $HO^-$  على موصلية المحلول ونكتب تعبير الموصلية  $\sigma$  لمحلول مائي مخفف للحمض  $AH$  على الشكل :  $\sigma = \lambda_{A^-} \cdot [A^-] + \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]$
- الموصلية المولية الأيونية عند درجة الحرارة  $\theta = 25^\circ C$  :  
 $\lambda_{A^-} = 3,23 \cdot 10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$  ؛  $\lambda_{H_3O^+} = 35 \cdot 10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$
- قيمة  $pK_A$  لبعض المزدوجات قاعدة / حمض :

$C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$	$HClO / ClO^-$	$HF / F^-$	$NH_4^+ / NH_3$	$AH/A^-$
4,2	7,3	3,2	9,2	$pK_A$

تحتوي قنينة بالمختبر على محلول مائي (S) لحمض كربوكسيلي  $AH$  تركيزه  $C = 5 \cdot 10^{-3} mol.L^{-1}$  وحجمه  $V = 1L$  .

للتعرف على الحمض  $AH$  ، قام تقني المختبر بقياس موصلية المحلول (S) فوجد القيمة  $\sigma = 2,03 \cdot 10^{-2} S.m^{-1}$  .  
ننمذج التحول الكيميائي الحاصل بين الحمض  $AH$  والماء بالمعادلة الكيميائية التالية :



1- انقل على ورقة التحرير الجدول الوصفي التالي وأتممه.

المعادلة الكيميائية		$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$			
حالة المجموعة	تقدم التفاعل (mol)	كميات المادة (mol)			
البدئية	$x = 0$	$n_i(AH)$	وفير		
خلال التحول	$x$				
عند التوازن	$x = x_{eq}$				

2- أوجد قيمة تقدم التفاعل  $x_{eq}$  عند التوازن .

3- احسب نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل الكيميائي المدروس . ماذا تستنتج؟

4- تأكد أن قيمة  $pH$  المحلول (S) هي  $pH \approx 3,27$  .

5- عبّر عن خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند التوازن بدلالة  $pH$  و  $C$  .

6- استنتج قيمة  $pK_A$  للمزدوجة  $AH / A^-$  و تعرف على صيغة الحمض المدروس .

7- أي النوعين  $AH$  أو  $A^-$  هو المهيمن في المحلول (S) ؟ علل الجواب.

الجزء الثاني (2,5 نقط) : دراسة العمود نيكل- كادميوم  
أعلن العالم أليساندرو فولطا عن اختراع أول عمود كهربائي سنة 1800، وفي بداية القرن العشرين اخترع العالم أديسون عمودا كهربائيا قابلا للشحن عدة مرات " المرمك نيكل - كادميوم " الذي يتميز بوزنه الخفيف وطول مدة استعماله.

يهدف هذا الجزء إلى دراسة مبسطة للمرمك نيكل - كادميوم خلال اشتغاله كعمود.  
معطيات

- ثابتة التوازن المقرونة بالتحول الكيميائي التلقائي الحاصل خلال اشتغال العمود هي  $K = 4,5.10^5$ .
- ثابتة فرادي :  $1F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$ .

ننجز، عند درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$ ، العمود نيكل- كادميوم المكوّن من مقصورتين تربط بينهما قنطرة ملحية، حيث تتكوّن المقصورة الأولى من صفيحة النيكل مغمورة في محلول أيوني لكبريتات النيكل  $\text{Ni}_{(aq)}^{2+} + \text{SO}_{4(aq)}^{2-}$  والمقصورة الثانية من صفيحة الكادميوم مغمورة في محلول أيوني لكبريتات الكادميوم  $\text{Cd}_{(aq)}^{2+} + \text{SO}_{4(aq)}^{2-}$ .  
المحلولان الأيونيان لهما :

- نفس الحجم  $V = 0,2 \text{ L}$ .

- نفس التركيز المولي البدئي  $[\text{Cd}^{2+}]_0 = [\text{Ni}^{2+}]_0 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

نربط قطبي العمود بموصل أومي وجهاز أمبيرمتر. يشير هذا الأخير إلى القيمة  $I = 0,2 \text{ A}$ .  
علما أن صفيحة النيكل هي القطب الموجب للعمود، أجب عن الأسئلة التالية:

- 1- ارسم تبيانية التركيب التجريبي للعمود المنجز.
- 2- اكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة أثناء اشتغال العمود.
- 3- احسب قيمة خارج التفاعل البدئي  $Q_{r,i}$  للمجموعة الكيميائية المدروسة و تحقق من منحى تطورها.
- 4- أوجد تركيز الأيونات  $\text{Ni}_{(aq)}^{2+}$  المتبقية في محلول المقصورة الأولى بعد مرور المدة  $\Delta t = 60 \text{ min}$  من اشتغال العمود.

## الإمتحان الوطني - 2013 عادية

الجزء الأول: التحليل الكهربائي لمحلول كلورور القصدير II ( 2 نقط )

يعد التحليل الكهربائي من التقنيات المعتمدة في الكيمياء المخبرية والصناعية لتحضير بعض الفلزات وبعض الغازات المتميزة بنقاوة عالية .

يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة التحليل الكهربائي لمحلول كلورور القصدير II .  
معطيات:

- ثابتة فرادي :  $F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$

- الحجم المولي للغازات في ظروف التجربة :  $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول كلورور القصدير II ذي الصيغة  $\text{Sn}_{(aq)}^{2+} + 2\text{Cl}_{(aq)}^-$  باستعمال إلكترودين من الغرافيت ، فنلاحظ تكون غاز ثنائي الكلور  $\text{Cl}_{2(g)}$  بجوار أحد الإلكترودين وتوضع فلز القصدير  $\text{Sn}_{(s)}$  على الإلكترود الآخر.



# الإمتحانات الوطنية

## كيمياء

- 1- مثل تبيانة التركيب التجريبي لهذا التحليل الكهربائي مبينا عليها الكاثود والأنود .
- 2 - أكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود واستنتج المعادلة الكيميائية الحاصلة المنمذجة للتحويل الذي يحدث أثناء التحليل الكهربائي .
- 3- يزود مولد كهربائي الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 1,5A$  خلال المدة  $\Delta t = 80 \text{ min}$  . حدد حجم غاز ثنائي الكلور الناتج خلال مدة اشتغال المحلل الكهربائي.

الجزء الثاني: تفاعل الأمونياك مع الماء ومع حمض الكلوريدريك ( 5 نقط )

يقدر الإنتاج العالمي من مادة الأمونياك بحوالي 160 مليون طن سنويا و تستعمل هذه المادة في مجالات عدة ، حيث تستخدم بالدرجة الأولى لتصنيع الأسمدة الأزوتية في ميدان الزراعة لتخصيب التربة و تستخدم كذلك كمادة أولية في صناعة الأدوية والبلاستيك وغيرها.

يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة محلول مائي للأمونياك و معايرته بواسطة قياس pH .  
معطيات :

- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة  $25^\circ C$  .
- الجداء الأيوني للماء :  $K_e = 10^{-14}$  .
- ثابتة الحمضية للمزدوجة  $NH_4^+ / NH_3(aq)$  :  $pK_A(NH_4^+ / NH_3(aq)) = 9,2$  .
- جدول مناطق انعطاف بعض الكواشف الملونة :

الكاشف الملون	الهيلاننتين	أحمر الكلوروفينول	أزرق البروموثيمول	الفينول فتالين
منطقة الانعطاف	3,1 – 4,4	5,2 – 6,8	6 – 7,6	8,2 - 10

1- دراسة المحلول المائي للأمونياك

نعتبر محلولاً مائياً ( $S_B$ ) للأمونياك حجمه  $V$  وتركيزه  $C_B = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  . أعطى قياس  $pH$  هذا المحلول القيمة  $pH = 10,75$  .

ننمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين الأمونياك والماء بالمعادلة الكيميائية التالية :



- 1.1- حدّد نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لهذا التفاعل . ماذا تستنتج ؟
  - 1.2- عبّر عن تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند توازن المجموعة الكيميائية بدلالة  $C_B$  و  $\tau$  . أحسب قيمته .
  - 1.3- تحقق من قيمة  $pK_A$  للمزدوجة  $(NH_4^+ / NH_3(aq))$  .
  - 2- معايرة محلول الأمونياك بواسطة محلول حمض الكلوريدريك
- نقوم بمعايرة الحجم  $V_B = 30 \text{ mL}$  من محلول مائي للأمونياك ( $S'_B$ ) ، تركيزه  $C'_B$  ، بواسطة محلول مائي ( $S_A$ ) لحمض الكلوريدريك ذي التركيز  $C_A = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  بقياس  $pH$  .
- 2.1- أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذه المعايرة .
  - 2.2- يمثل المنحنى الممثل في الشكل 1 تغير  $pH$  الخليط بدلالة الحجم  $V_A$  للمحلول ( $S_A$ ) لحمض الكلوريدريك المضاف .

2.2.1- حدّد الإحداثيتين  $V_{AE}$  و  $pH_E$  لنقطة التكافؤ .

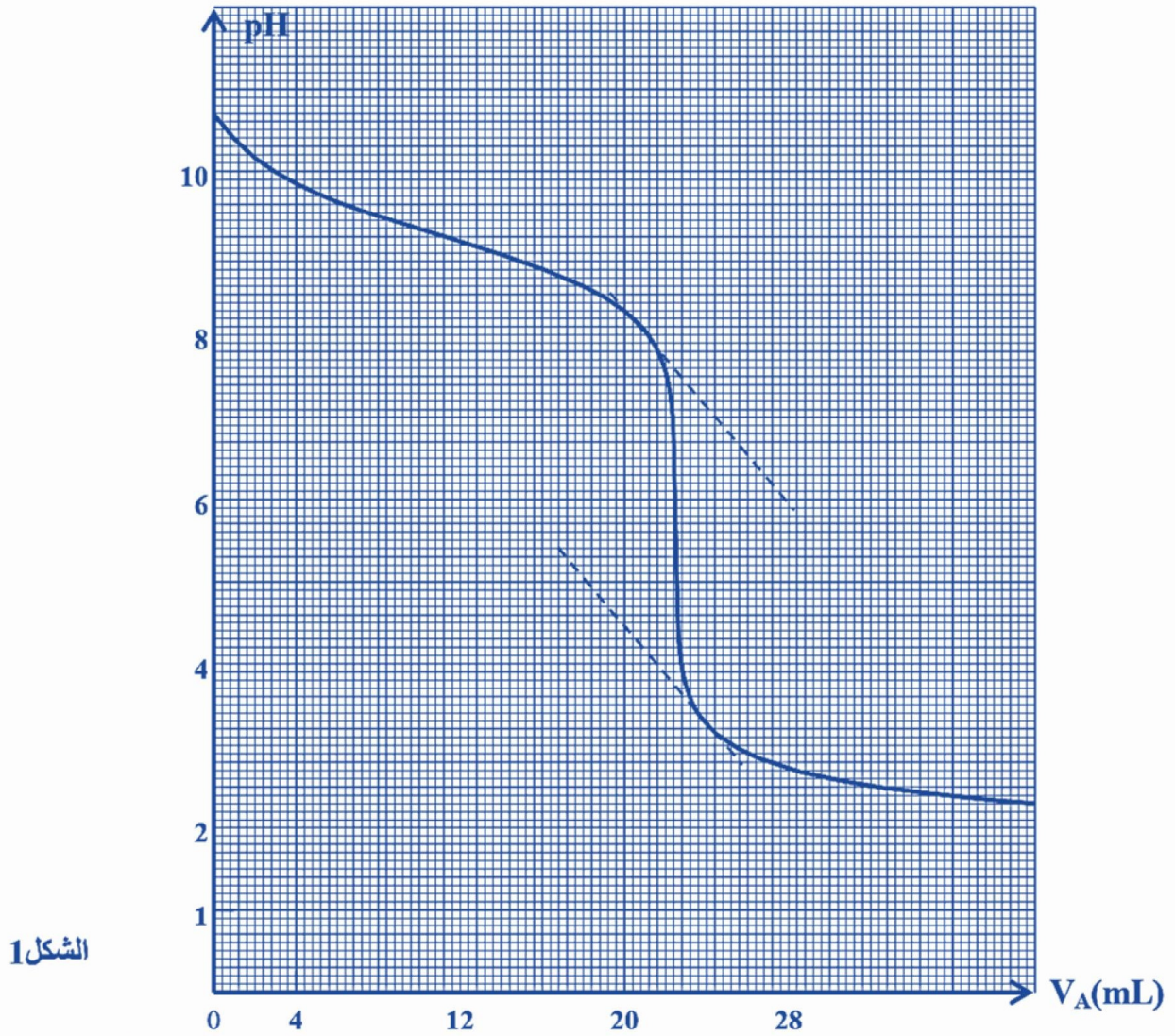
2.2.2- أحسب  $C'_B$  .



# الإمتحانات الوطنية

كيمياء

- 2.2.3- عتین ، معللا جوابك ، الكاشف الملائم لإنجاز هذه المعايرة في غياب جهاز pH متر.
- 2.2.4- حدّد الحجم  $V_{Al}$  من محلول حمض الكلوريدريك الذي يجب إضافته لكي تتحقق العلاقة  $[NH_4^+] = 15.[NH_3]$  في الخليط التفاعلي .



الشكل 1

## الإمتحان الوطني - 2013 ستدراكية

الجزء الأول : التحليل الكهربائي لمحلول كلورور النيكل II (2 نقط )  
للتحليل الكهربائي تطبيقات متعددة في المجال الصناعي ، منها تحضير بعض الفلزات وبعض الغازات .  
يهدف هذا التمرين إلى تحضير فلز النيكل بواسطة تقنية التحليل الكهربائي .

معطيات :

- الكتلة المولية للنيكل :  $M(Ni) = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$  .

- ثابتة فرادي :  $1F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$  .

لتحضير فلز النيكل ، ننجز التحليل الكهربائي لمحلول كلورور النيكل II  $Ni_{(aq)}^{2+} + 2Cl_{(aq)}^{-}$  .  
نضع هذا المحلول في محال كهربائي على شكل U ونمرر تيارا كهربائيا مستمرا ، شدته ثابتة  $I = 0,5A$  ، بين  
إلكترودين مغمورين في المحلول لمدة ساعة واحدة (  $\Delta t = 1h$  ) .



- تتكون الكاثود من البلاتين وتتكون الأنود من الغرافيت.
- نلاحظ ، خلال عملية التحليل الكهربائي ، توضع النيكل على الكاثود و تكوّن ثنائي الكلور بجوار الأنود.
- 1- حدّد المزدوجتين مختزل / مؤكسد المتدخلتين في هذا التحليل الكهربائي .
  - 2- أكتب معادلة التفاعل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة المنمذجة للتحويل الحاصل .
  - 3- أوجد الكتلة  $m$  لفلز النيكل المتوضع .

### الجزء الثاني : تفاعل حمض الميثانويك مع الماء وتحضير ميثانوات الإيثيل (5 نقط )

يستعمل ميثانوات الإيثيل  $\text{HCOOC}_2\text{H}_5$  كمادة مذيبة للشحوم و لمشتقات السيليولوز ، كما يستعمل في الصناعة الغذائية كمادة تضيفي نكهة التوت على الأطعمة المصنّعة.

يحضر ميثانوات الإيثيل في المختبر بتفاعل حمض الميثانويك  $\text{HCOOH}$  مع الإيثانول .  
يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء وتحضير ميثانوات الإيثيل .

#### 1- دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء :

نعتبر محلولاً مائياً ، حجمه  $V$  ، لحمض الميثانويك تركيزه المولي  $C=5,0 \text{ mol.m}^{-3}$  . نقيس موصلية هذا المحلول عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$  فنجد  $\sigma = 4,0.10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$  .

معطيات:

- تعبير الموصلية  $\sigma$  لمحلول مائي هو:  $\sigma = \sum_i \lambda_i [X_i]$  ، حيث  $[X_i]$  التركيز المولي الفعلي لكل نوع

أيوني  $i$  متواجد في المحلول و  $\lambda_i$  موصليته المولية الأيونية .

$$\lambda_{\text{HCOO}^-} = 5,46.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

- نهمل تأثير الأيونات  $\text{HO}^-$  على موصلية المحلول .

1.1- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم تفاعل حمض الميثانويك مع الماء .

1.2- أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي  $\tau$  بدلالة  $\sigma$  و  $\lambda_{\text{HCOO}^-}$  و  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$  و  $C$  . احسب  $\tau$  .

1.3- حدد قيمة pH هذا المحلول المائي .

1.4- أوجد قيمة  $\text{pK}_A$  للمزدوجة  $\text{HCOOH}_{(\text{aq})} / \text{HCOO}^-_{(\text{aq})}$  .

#### 2- تحضير ميثانوات الإيثيل :

نصب في حوجة كمية المادة  $n_0=100 \text{ mmol}$  من حمض الميثانويك ونضعها داخل حمام مريم

درجة حرارته ثابتة ثم نضيف إليها كمية المادة  $n$  من الإيثانول حيث  $n=n_0=100 \text{ mmol}$

و بعض القطرات من حمض الكبريتيك

المركز ، فنحصل على خليط حجمه

ثابت  $V = 25 \text{ mL}$  .

نتتبع تطور التقدم  $x$  للتفاعل الحاصل

بدلالة الزمن فنحصل على المنحنى جانبه .

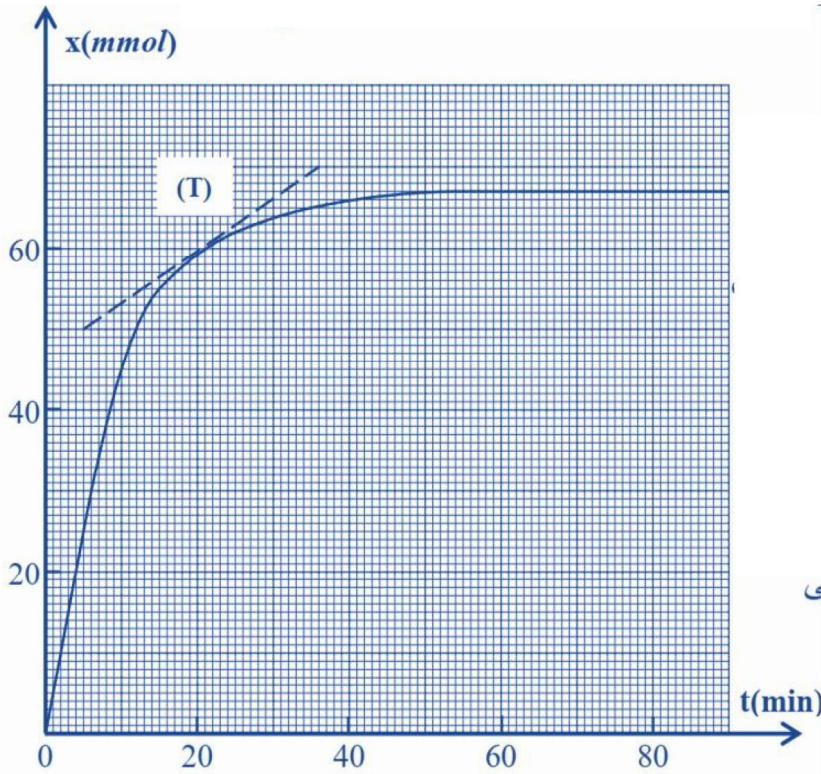
2.1- أكتب، باستعمال الصيغ نصف المنشورة ،

المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحويل الحاصل .

2.2- ما هو دور حمض الكبريتيك المركز

المضاف ؟





2.3- حدد التقدم  $x_{eq}$  للتفاعل عند التوازن

و زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .

2.4 - يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى

عند اللحظة  $t = 20 \text{ min}$  ؛

أحسب بالوحدة  $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$  قيمة

السرعة الحجمية  $v$  للتفاعل عند

هذه اللحظة .

2.5- أوجد قيمة ثابتة التوازن K لهذا التفاعل .

2.6- نمزج ، في نفس الظروف التجريبية السابقة ، كمية المادة  $n_1 = 150 \text{ mmol}$  من حمض الميثانويك مع

كمية المادة  $n_2 = 100 \text{ mmol}$  من الإيثانول .

تحقق أن القيمة الجديدة لتقدم التفاعل عند التوازن هي  $x'_{eq} = 78,5 \text{ mmol}$  .

## الإمتحان الوطني - 2012 عادية

الجزء الأول:

يستخدم حمض الإيثانويك ذو الصيغة الإجمالية  $\text{CH}_3\text{COOH}$  في تعليب اللحوم والأسماك وتصنيع الكثير من المواد العطرية والمذيبات و دباغة الجلود وصناعة النسيج... يتناول هذا الجزء دراسة تفاعل حمض الإيثانويك مع الأمونياك  $\text{NH}_3$  ودراسة تفاعل نفس الحمض مع الليتالول وهو كحول نرمز له بالصيغة  $\text{ROH}$  .

المعطيات:

- ثابتة الحمضية للمزدوجة  $(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-)$  :  $\text{pK}_{A1} = 4,8$  .

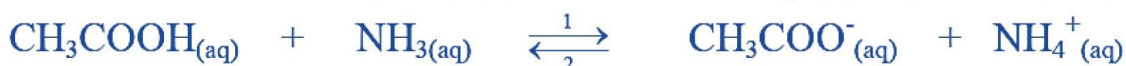
- ثابتة الحمضية للمزدوجة  $(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3)$  :  $\text{pK}_{A2} = 9,2$  .

- الكتلة المولية للكحول  $\text{ROH}$  :  $M(\text{ROH}) = 154 \text{ g.mol}^{-1}$  .

- الكتلة المولية للإستر E :  $M(E) = 196 \text{ g.mol}^{-1}$  .

1- دراسة تفاعل حمض الإيثانويك مع الأمونياك

نحضر خليطا (S) حجمه  $V$  بمزج  $n_1 = 10^{-3} \text{ mol}$  من حمض الإيثانويك و  $n_2 = 10^{-3} \text{ mol}$  من الأمونياك في الماء المقطر ، فيحصل تحول كيميائي نمذجته بالمعادلة الكيميائية التالية :





- 1.1- أنشئ الجدول الوصفي لتطور هذا التفاعل .
- 1.2- أوجد تعبير خارج التفاعل عند التوازن  $Q_{r,eq}$  بدلالة  $pK_{A1}$  و  $pK_{A2}$  ثم أحسب قيمته.
- 1.3- أوجد نسبة التقدم النهائي  $\tau$  وتحقق أن التحول كلي .
- 2- دراسة تفاعل حمض الإيثانويك مع الكحول ROH  
لتحضير إستر E ( إيثانوات الليناليل ) ، نسخن بالارتداد خليطا متساوي المولات مكونا من حمض الإيثانويك والكحول ROH بوجود حفاز ملائم .
- 2.1- ما فائدة التسخين بالارتداد ؟
- 2.2- اكتب المعادلة الكيميائية المنمجة للتحول الكيميائي الحاصل بين حمض الإيثانويك والكحول ROH.
- 2.3- تم إنجاز التفاعل انطلاقا من الكتلة  $m_A = 38,5g$  للكحول ROH ، فتكونت عند نهاية التفاعل الكتلة  $m_E = 2g$  للإستر E .
- 2.3.1- أوجد المردود  $r$  لهذا التفاعل.
- 2.3.2- اقترح طريقتين مختلفتين تمكّنان من الرفع من مردود هذا التفاعل.

الجزء الثاني: دراسة العمود نحاس- زنك

تم اختراع أول عمود كهربائي من طرف العالم فولتا Volta في نهاية القرن الثامن عشر ، وذلك باستعمال النحاس والزنك وورق مببل بالماء المالح؛ منذ ذلك الحين تم تصنيع وتطوير أنواع مختلفة من الأعمدة الكهركيميائية .

نقترح ، في هذا الجزء، دراسة مبسطة للعمود نحاس - زنك .

ننجز العمود المكون من المزدوجتين  $Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$  و  $Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)}$  وذلك بغمر إلكترود النحاس في الحجم  $V = 200mL$  من محلول كبريتات النحاس  $Cu^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$  تركيزه البدئي  $[Cu^{2+}_{(aq)}]_i = 10^{-2} mol.L^{-1}$  وإلكترود الزنك في الحجم  $V = 200mL$  من محلول كبريتات الزنك  $Zn^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$  تركيزه البدئي  $[Zn^{2+}_{(aq)}]_i = 10^{-2} mol.L^{-1}$  نصل محلولي مقصورتَي العمود بقطرة ملحية .

أثناء اشتغال العمود ، يحدث تحول كيميائي ننمجه بالمعادلة التالية:  $Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \xrightleftharpoons[2]{1} Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$  المعطيات:

- ثابتة التوازن المقرونة بالتحول الكيميائي المدروس هي:  $K = 5.10^{36}$

- ثابتة فرادي:  $F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$

- 1- حدد ، معللا جوابك ، منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية المكوّنة للعمود .
- 2- مثل التبيانة الاصطلاحية للعمود المدروس .
- 3- يمر في الدارة تيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 75mA$  خلال اشتغال العمود؛ أوجد تعبير  $\Delta t_{max}$  المدة الزمنية القصوى لاشتغال العمود بدلالة  $[Cu^{2+}_{(aq)}]_i$  و  $V$  و  $F$  و  $I$  ثم أحسب  $\Delta t_{max}$  .

## الإمتحان الوطني - 2012 ستدراكية

الجزء الأول (3 نقط): التحليل الكهربائي لمحلول برومور النحاس II  
يعتبر التحليل الكهربائي من التقنيات الأساسية المعتمدة في العمل المخبري والصناعي ، حيث يمكن من تحضير بعض الفلزات ومركبات كيميائية أخرى تستعمل في الحياة اليومية.  
يهدف هذا الجزء من التمرين إلى تحضير ثنائي البروم  $Br_2$  و فلز النحاس بواسطة التحليل الكهربائي.

المعطيات:

- الكتلة المولية للنحاس :  $M(Cu) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$  .

- ثابتة فرادي :  $F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$

- ننجز التحليل الكهربائي لمحلول برومور النحاس II ذي الصيغة  $Cu_{(aq)}^{2+} + 2Br_{(aq)}^-$  باستعمال إلكترودين  $E_1$  و  $E_2$  من الخرافيت ، فيتكون ثنائي البروم  $Br_{2(l)}$  على مستوى  $E_1$  ويتوضع فلز النحاس على مستوى  $E_2$ .
- 1- مثل تبينة التركيب التجريبي لهذا التحليل الكهربائي محدد الكاثود والأنود.
  - 2- اكتب نصف معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود .
  - 3- استنتج المعادلة الكيميائية الحاصلة للمنمذجة للتحويل الذي يحدث أثناء التحليل الكهربائي.
  - 4- يزود مولد كهربائي الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 0,5A$  خلال المدة  $\Delta t = 2h$  .  
حدد الكتلة  $m$  للنحاس الناتج خلال مدة اشتغال المحلل الكهربائي.

الجزء الثاني (4 نقط): الدراسة الحركية لحلمة إستر

يتميز المركب العضوي إيثانوات 3 - ميثيل بوتيل برائحة زكية تشبه رائحة الموز؛ ويضاف كمادة معطرة في بعض الحلويات و المشروبات و الياغورت .  
يهدف هذا الجزء من التمرين إلى الدراسة الحركية لتفاعل حلمة إيثانوات 3 - ميثيل بوتيل وتحديد ثابتة التوازن لهذا التفاعل.

المعطيات :

- الصيغة نصف المنشورة لإيثانوات 3- ميثيل بوتيل الذي نرمز له بالرمز E :  

$$CH_3 - C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow O - CH_2 - CH_2 - CH - CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{matrix}$$

- الكتلة المولية للمركب E :  $M(E) = 130 \text{ g.mol}^{-1}$  ؛

- الكتلة الحجمية للمركب E :  $\rho(E) = 0,87 \text{ g.mL}^{-1}$  ؛

- الكتلة المولية للماء :  $M(H_2O) = 18 \text{ g.mol}^{-1}$  ؛

- الكتلة الحجمية للماء :  $\rho(H_2O) = 1 \text{ g.mL}^{-1}$  .



# الإمتحانات الوطنية

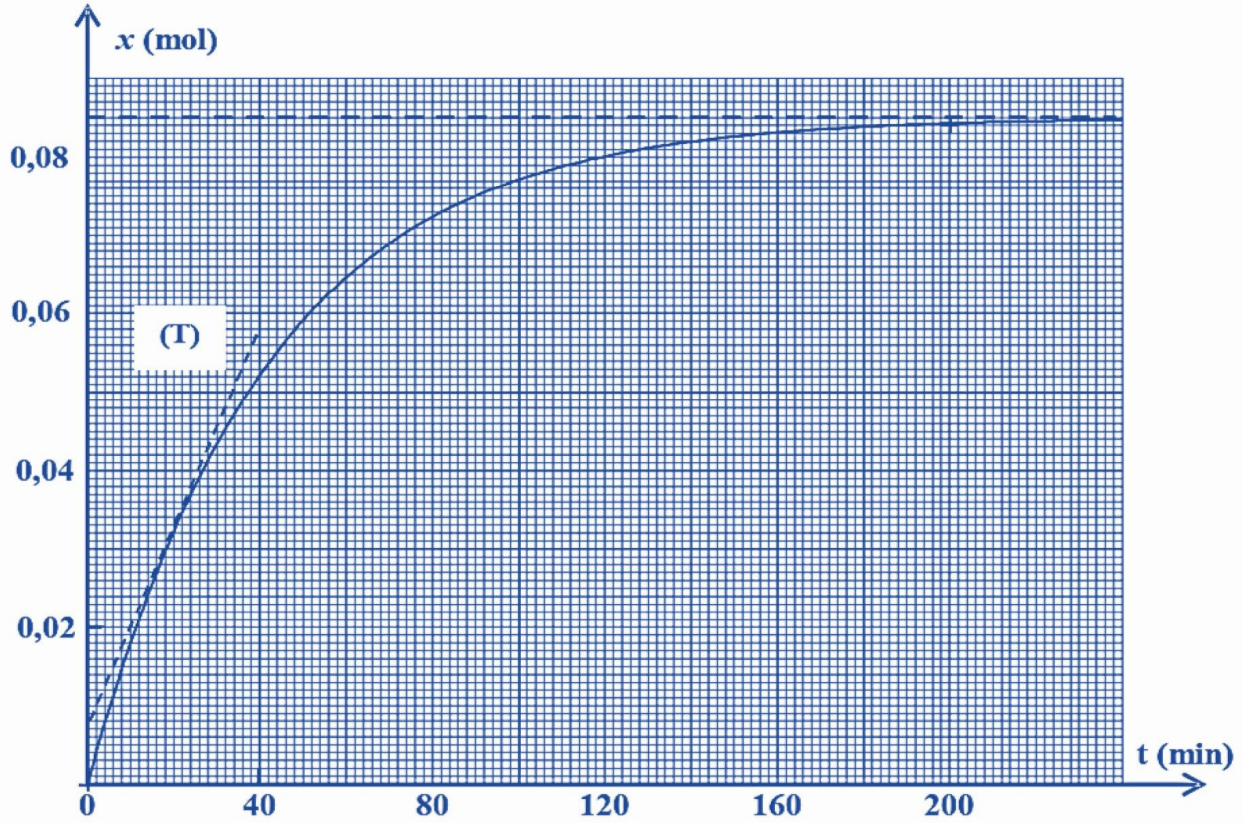
## كيمياء

نصب في حوجة الحجم  $V(H_2O) = 35 mL$  من الماء المقطر ونضعها في حمام مريم درجة حرارته ثابتة ثم نضيف إليها الحجم  $V(E) = 15 mL$  من المركب (E) ، فنحصل على خليط حجمه  $V = 50 mL$  .

1- حدد المجموعة المميزة للمركب (E) .

2- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لحلمأة المركب (E) باستعمال الصيغ نصف المنشورة .

3- نتتبع تطور تقدم التفاعل  $x(t)$  بدلالة الزمن ، فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل التالي .



3.1- يُعبر عن السرعة الحجمية للتفاعل بالعلاقة  $v = \frac{1}{V} \frac{dx(t)}{dt}$  ، حيث  $V$  الحجم الكلي للخليط ،

احسب بالوحدة  $mol.L^{-1}.min^{-1}$  قيمة السرعة عند اللحظة  $t = 20 min$  . ( يمثل المستقيم (T) مماس المنحنى في النقطة ذات الأفصول  $t = 20 min$  )

3.2- حدد مبيانيا ، التقدم النهائي  $x_f$  للتفاعل و زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  .

4- أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة الكيميائية ثم أوجد تركيب الخليط عند التوازن.

5- حدد ثابتة التوازن  $K$  الموافقة لحلمأة المركب (E) .

## الإمتحان الوطني - 2011 عادية

الجزء I : تتبع تحول كيميائي بقياس الضغط

يعتبر غاز ثنائي الهيدروجين من المحروقات التي تتوفر على طاقة عالية غير ملوثة ، ويمكن تحضيره في المختبر بتفاعل الأحماض مع بعض الفلزات.

يهدف هذا الجزء إلى تتبع تطور تفاعل حمض الكبريتيك مع الزنك بقياس الضغط.



# الإمتحانات الوطنية

كيمياء  
المعطيات :

- نعتبر جميع الغازات كاملة .
- تمت جميع القياسات عند  $25^{\circ}\text{C}$  .
- نذكر بمعادلة الحالة للغازات الكاملة :  $P.V = n.R.T$
- الكتلة المولية الذرية للزنك :  $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$

ننمذج تفاعل الزنك  $\text{Zn}_{(s)}$  مع محلول حمض الكبريتيك  $2 \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$  بالمعادلة الكيميائية التالية :



لدراسة حركية هذا التفاعل ، ندخل في حوض حجمها ثابت  $V = 1\text{L}$  الكتلة  $m = 0,6 \text{ g}$  من مسحوق الزنك  $\text{Zn}_{(s)}$  ونصب فيها عند اللحظة  $t_0 = 0$  حجما  $V_a = 75 \text{ mL}$  من محلول مائي لحمض الكبريتيك تركيز أيونات الأوكسونيوم فيه هو  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,4 \text{ mol.L}^{-1}$  .  
نقيس في كل لحظة  $t$  الضغط  $P$  داخل الحوض بواسطة لاقط للضغط .  
1. لتكن  $n_i(\text{H}_3\text{O}^+)$  كمية المادة البدئية لأيونات الأوكسونيوم و  $n_i(\text{Zn})$  كمية المادة البدئية للزنك .  
انقل على ورقة التحرير الجدول الوصفي أسفله وأتممه. (0,5 ن)

المعادلة الكيميائية					الحالة	
$\text{Zn}_{(s)} + 2\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{H}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$					تقدم التفاعل	
يعبر عنه بالمول mol						
$n_i(\text{Zn})$	$n_i(\text{H}_3\text{O}^+)$			وافر	$x = 0$	البدئية
				وافر	$x$	خلال التحول
				وافر	$x = x_{\max}$	عند تحول كلي

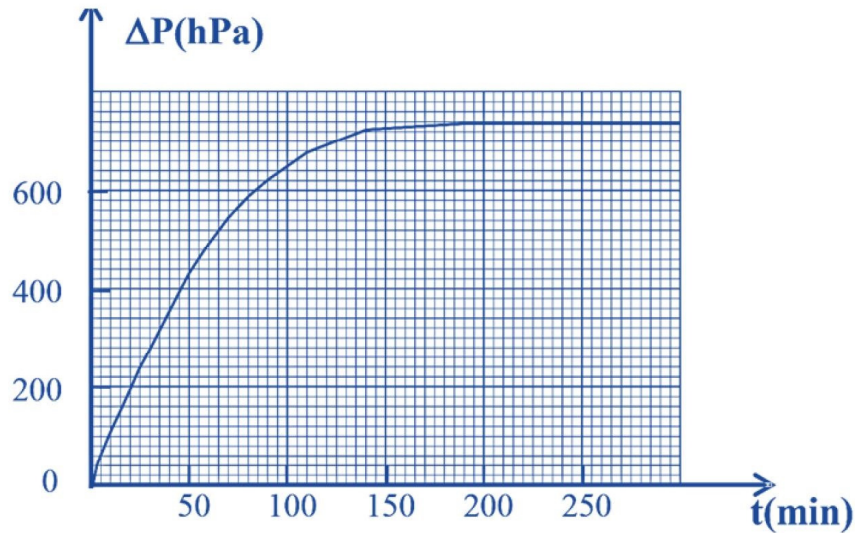
- أحسب  $n_i(\text{H}_3\text{O}^+)$  و  $n_i(\text{Zn})$  . (1 ن)
- حدد المتفاعل المحد واستنتج التقدم الأقصى  $x_{\max}$  للتفاعل. (0,5 ن)
- بتطبيق معادلة الحالة للغازات الكاملة واعتمادا على الجدول الوصفي السابق ، أوجد تعبير التقدم  $x(t)$  للتفاعل عند لحظة  $t$  بدلالة  $R$  و  $T$  و  $V$  و  $\Delta P$  ، حيث  $\Delta P = P - P_0$  مع  $P_0$  الضغط البدئي المقاس عند اللحظة  $t_0 = 0$  و  $P$  الضغط المقاس عند اللحظة  $t$  . (1 ن)
- ليكن  $\Delta P_{\max} = P_{\max} - P_0$  تغير الضغط الأقصى و  $x_{\max}$  التقدم الأقصى للتفاعل ، أثبت العلاقة :

$$x(t) = x_{\max} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}} \quad (0,5 \text{ ن})$$

- مكنك الدراسة التجريبية من خط المنحنى الممثل في الشكل (1) الذي يمثل تغيرات  $\Delta P$  بدلالة الزمن . أوجد مبيانيا زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  . (1 ن)



الشكل ( 1 )

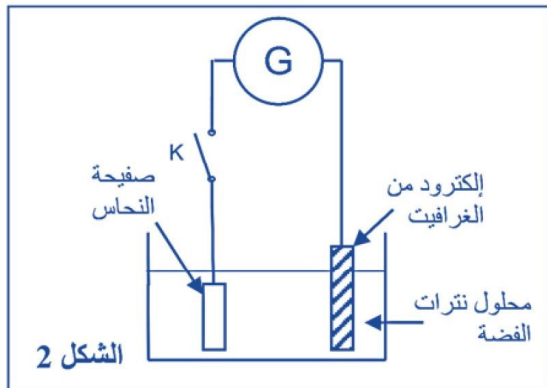


## الجزء II : دراسة كمية لتحليل كهربائي

نجد من بين التطبيقات الصناعية للتحليل الكهربائي تغطية بعض الفلزات بطبقة رقيقة من فلز آخر قصد حمايتها وتلميع مظهرها.  
يهدف هذا الجزء إلى دراسة عملية التفضيخ لقطعة من النحاس بواسطة التحليل الكهربائي.  
المعطيات :

- المزدوجتان المتدخلتان :  $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$  ;  $Ag^+_{(aq)} / Ag_{(s)}$
- $1 F = 96500 C.mol^{-1}$
- الكتلة المولية الذرية للفضة :  $M(Ag) = 108 g.mol^{-1}$

نغمر صفيحة من النحاس Cu كلياً في محلول مائي (S) لنترات الفضة  $Ag^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)}$  تركيزه C وحجمه  $V = 0,5 L$  ، ثم نصل الصفيحة بواسطة سلك موصل بأحد قطبي مولد كهربائي G ، ونربط قطبه الآخر بالكترود من الغرافيت كما هو مبين في الشكل (2).



عند إغلاق قاطع التيار K ، يزود المولد G الدارة خلال المدة  $\Delta t = 45 min$  بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 0,5 A$  ، فيتصاعد غاز ثنائي الأوكسجين  $O_2$  على مستوى الكترود الغرافيت ويتوضع فلز الفضة بشكل منتظم على الإلكترود الآخر.  
1. اكتب نصف المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحول الحاصل عند كل إلكترود. (1 ن)

2. أوجد تعبير الكتلة  $m(Ag)$  للفضة الناتجة بدلالة:

$I$  و  $\Delta t$  و  $M(Ag)$  و  $F$  ؛ ثم احسب  $m(Ag)$  . (1 ن)

3. نتوفر على محلولين  $S_1$  و  $S_2$  لنترات الفضة تركيزهما على التوالي  $C_1 = 1,8.10^{-2} mol.L^{-1}$

و  $C_2 = 3.10^{-2} mol.L^{-1}$  لهما نفس الحجم  $V = 0,5 L$  .

حدد ، من بين المحلولين  $S_1$  و  $S_2$  ، المحلول الذي يمكن من الحصول على الكتلة  $m(Ag)$  . (0,5 ن)

## الإمتحان الوطني - 2011 ستدراكية

الجزء I: دراسة محلول حمض الميثانويك

يعتبر حمض الميثانويك من الأدوية الناجعة لمحاربة بعض الطفيليات التي تهاجم النحل المنتج للعسل.

يهدف هذا الجزء إلى دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء ومع محلول هيدروكسيد الصوديوم.

معطيات:

- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة  $25^\circ C$ .

- الجداء الأيوني للماء :  $K_e = 10^{-14}$ .

- يعطي الجدول التالي بعض الكواشف الملونة ومناطق انعطافها.

الكاشف الملون	الهيلاننتين	أحمر المثيل	الفينول فتالين
منطقة الانعطاف	3,1 - 4,4	4,2 - 6,2	8,2 - 10

### 1. تفاعل حمض الميثانويك مع الماء

نعتبر محلولاً مائياً ( $S_a$ ) لحمض الميثانويك حجمه  $V$  وتركيزه  $C_a = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . أعطى قياس  $pH$  هذا المحلول القيمة  $pH = 2,9$ .

نمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين حمض الميثانويك والماء بالمعادلة الكيميائية التالية:



1.1. أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل. (0,5 ن)

1.2. بين أن نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لهذا التحول تكتب كما يلي :  $\tau = \frac{10^{-pH}}{C_a}$  ؛ أحسب  $\tau$  واستنتج. (1 ن)

1.3. أوجد تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند التوازن بدلالة  $C_a$  و  $\tau$ . (0,5 ن)

1.4. حدد قيمة الثابتة  $pK_A$  للمزدوجة  $(HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)})$ . (0,5 ن)

### 2. تفاعل حمض الميثانويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم

نستعمل التركيب التجريبي المبين في الشكل جانبه لمعايرة الحجم  $V_a = 20 \text{ mL}$  من المحلول السابق ( $S_a$ ) بواسطة المحلول ( $S_b$ ) لهيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $C_b = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

2.1. أعط أسماء عناصر التركيب التجريبي الموافقة

للأرقام (1) و (2) و (3) واسم المحلول الموافق للرقم (4). (1 ن)

2.2. يأخذ الخليط القيمة  $pH = 3,74$  عند إضافة

الحجم  $V_b = 10 \text{ mL}$  من المحلول ( $S_b$ ). اعتماداً على الجدول الوصفي ، تحقق بحساب نسبة التقدم النهائي  $\tau$  أن التفاعل

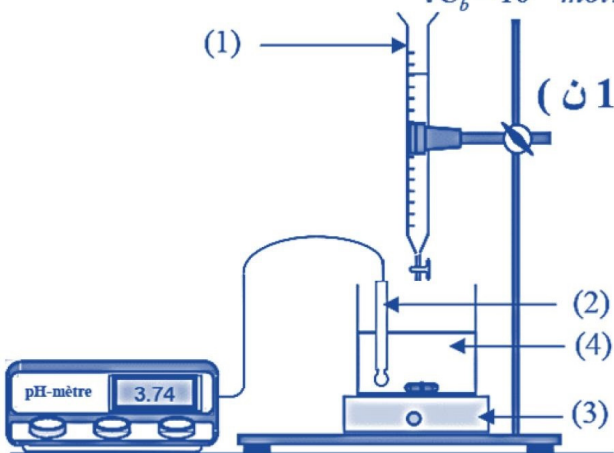
كلي. (0,5 ن)

2.3. أوجد الحجم  $V_{BE}$  اللازم إضافته للمحلول ( $S_a$ )

للحصول على التكافؤ. (0,5 ن)

2.4. حدد ، معطلاً جوابك ، من بين الكواشف المبينة

في الجدول أعلاه الكاشف الملئم لهذه المعايرة. (0,5 ن)





# الإمتحانات الوطنية

كيمياء

الجزء II : دراسة العمود نيكل- زنك

ننجز العمود المكون من المزدوجتين  $Ni_{(aq)}^{2+} / Ni_{(s)}$  و  $Zn_{(aq)}^{2+} / Zn_{(s)}$  وذلك بغمر إلكترود النيكل في الحجم  $V = 150 \text{ mL}$  من محلول كبريتات النيكل  $Ni_{(aq)}^{2+} + SO_4^{2-}$  تركيزه البدئي  $[Ni_{(aq)}^{2+}]_i = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  وإلكترود الزنك في الحجم  $V = 150 \text{ mL}$  من محلول كبريتات الزنك  $Zn_{(aq)}^{2+} + SO_4^{2-}$  تركيزه البدئي  $[Zn_{(aq)}^{2+}]_i = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . نصل محلولي مقصورتَي العمود بقنطرة أيونية.

معطيات:

- ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل :  $Zn_{(s)} + Ni_{(aq)}^{2+} \rightleftharpoons Zn_{(aq)}^{2+} + Ni_{(s)}$  هي :  $K = 10^{18}$ .

-  $1 F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$

1. حدد ، بحساب خارج التفاعل  $Q_{r,i}$  في الحالة البدئية ، منحى التطور التلقائي للمجموعة

المكوّنة للعمود . ( 0,5 ن )

2. أعط التبيانة الاصطلاحية للعمود المدروس . ( 0,5 ن )

3. يمر في الدارة تيار كهربائي شدته  $I = 0,1 A$  خلال اشتغال العمود. أوجد تعبير  $\Delta t_{\max}$  المدة الزمنية القصوى

لاشتغال العمود بدلالة  $[Zn_{(aq)}^{2+}]_i$  و  $V$  و  $F$  و  $I$ . أحسب  $\Delta t_{\max}$  . ( 1 ن )

## الإمتحان الوطني - 2010 عادية

الجزء 1 : دراسة حلمأة إستر في وسط قاعدي

المعطيات:

- تمت جميع القياسات عند  $25^\circ C$ .
- يعبر عن الموصلة  $G$  عند لحظة  $t$  بالعلاقة :  $G = K \cdot \sum \lambda_i \cdot [X_i]$  ، حيث  $\lambda_i$  الموصلية المولية الأيونية لأيون  $X_i$  و  $[X_i]$  تركيزه في المحلول و  $K$  ثابتة الخلية قيمتها  $K = 0,01 m$ .
- يعطي الجدول التالي قيم الموصلية المولية الأيونية للأيونات المتواجدة في الوسط التفاعلي:

الأيون	$Na_{aq}^+$	$HO_{aq}^-$	$HCO_{2(aq)}^-$
$\lambda \text{ ( S.m}^2.\text{mol}^{-1} \text{ )}$	$5,01.10^{-3}$	$19,9.10^{-3}$	$5,46.10^{-3}$

- نهمل تركيز أيونات  $H_3O_{aq}^+$  أمام باقي تراكيز الأيونات المتواجدة في الوسط التفاعلي.

نصب في كأس حجم  $V = 2.10^{-4} m^3$  من محلول  $S_B$  لهيدروكسيد الصوديوم  $(Na_{aq}^+ + HO_{aq}^-)$  تركيزه

$C_B = 10 \text{ mol.m}^{-3}$  ؛ و نضيف إليه ، عند لحظة  $t_0$  نعتبرها أصلا للتواريخ ، كمية المادة  $n_E$  لميثانات المثل مساوية لكمية المادة  $n_B$  لهيدروكسيد الصوديوم في المحلول  $S_B$  عند أصل التواريخ.

( نعتبر أن حجم الخليط يبقى ثابتا  $V = 2.10^{-4} m^3$  )

مكنك الدراسة التجريبية من الحصول على المنحنى الممثل لتغيرات الموصلة  $G$  بدلالة الزمن (الشكل 1).

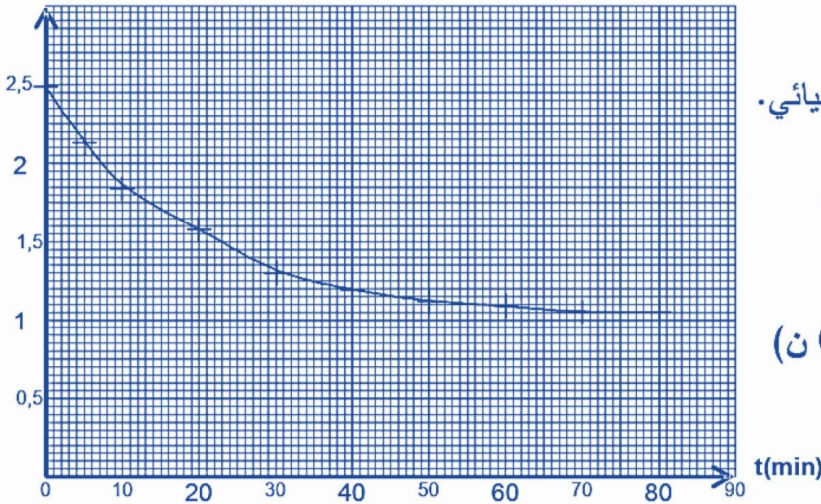
ننمذج التحول المدروس بالمعادلة الكيميائية التالية:



# الإمتحانات الوطنية

كيمياء

G(ms)



الشكل 1

1.1- اجرد الأيونات المتواجدة في الخليط

عند لحظة t . (0,75 ن)

1.2- أنشئ الجدول الوصفي لتطور هذا التحول الكيميائي.

(نرمز ب x لتقدم التفاعل عند لحظة t) (1 ن)

1.3- بيّن أن الموصلة G في الوسط التفاعلي، عند لحظة t تحقق العلاقة :

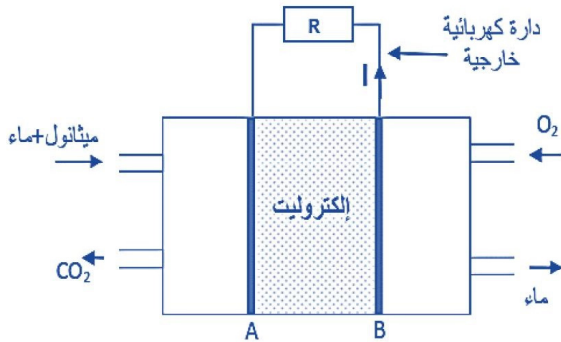
$$G = -0,72x + 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ (S)} \quad (1 \text{ ن})$$

1.4- علل تناقص الموصلة G أثناء التفاعل. (0,5 ن)

1.5- أوجد زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ . (1 ن)

## الجزء 2 : دراسة عمود ذي محرق

يتكون هذا العمود من مقصورتين يفصل بينهما إلكتروليت حمضي يلعب دور القنطرة الأيونية وإلكترودين A و B . عند اشتغال العمود يتم تزويده بالميثانول السائل وغاز ثنائي الأوكسجين . (الشكل 2)



الشكل 2

المعطيات:

- ثابتة فاراداي:  $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

- الكتلة الحجمية للميثانول السائل:  $\rho = 0,79 \text{ g.cm}^{-3}$

- الكتلة المولية للميثانول:  $M(\text{CH}_3\text{OH}) = 32 \text{ g.mol}^{-1}$

- المزدوجتان ( مختزل / مؤكسد ) المتدخلتان في

هذا التحول هما :  $(\text{O}_{2(\text{g})} / \text{H}_2\text{O}_\ell)$  و  $(\text{CO}_{2(\text{g})} / \text{CH}_3\text{OH}_\ell)$ .

خلال اشتغال العمود، يحدث عند أحد الإلكترودين تحول نمذجته بالمعادلة الكيميائية التالية:



2.1- حدد المعاملين a و b . (0,5 ن)

2.2- عيّّن من بين الإلكترودين A و B (الشكل 2) الإلكترود الذي يحدث عنده هذا التفاعل. علل الجواب. (0,5 ن)

2.3- اكتب المعادلة النمذجة للتحول الحاصل عند الإلكترود الآخر، وأعط اسمي الإلكترودين A و B . (0,75 ن)

2.4- يزود العمود الدارة الخارجية بتيار كهربائي شدته  $I = 45 \text{ mA}$  خلال مدة زمنية  $\Delta t = 1 \text{ h } 30 \text{ min}$  من الاشتغال.

أوجد الحجم V للميثانول المستهلك خلال  $\Delta t$ . (1 ن)

## الإمتحان الوطني - 2010 ستدراكية

الأسبرين أو حمض الأسيتيلسليسليليك (*acide acétylsalicylique*) من الأدوية الأكثر استعمالا في العالم، فهو مسكن للألام و مقاوم للحمى...  
نقترح من خلال هذا التمرين دراسة طريقة تحضير الأسبرين و تفاعله مع الماء.



# الإمتحانات الوطنية

- تمت جميع القياسات عند  $25^{\circ}\text{C}$ .
- يعطي الجدول التالي أسماء الأجسام المتفاعلة والنواتج وبعض القيم المميّزة لها:

الاسم	حمض السليسيليك	حمض الأسيتيلسليسيليك	حمض الإيثانويك	اندريد الإيثانويك
الصيغة العامة	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$	$\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$
الصيغة نصف المنشورة			$\text{CH}_3\text{-COOH}$	
الكتلة المولية ( $\text{g.mol}^{-1}$ )	138	180	60	102
الكتلة الحجمية ( $\text{g.mL}^{-1}$ )	-	-	-	1,08

- نرسم لحمض الأسيتيلسليسيليك بالرمز AH ولقاعده المرافقة بالرمز  $\text{A}^-$ .
- ثابتة الحمضية للمزدوجة ( $\text{AH}/\text{A}^-$ ):  $\text{pK}_\text{A} = 3,5$ .
- ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيثانويك مع حمض السليسيليك:  $K = 7,0.10^{-3}$

## 1- تحضير الأسبرين:

لتحضير الأسبرين أو حمض الأسيتيلسليسيليك AH ، قامت مجموعتان من التلاميذ بإنجاز تجربتين مختلفتين:

### 1.1- التجربة الأولى:

تم تحضير الأسبرين AH بتفاعل حمض الإيثانويك مع المجموعة المميزة هيدروكسيل HO لحمض السليسيليك الذي نرسم له ب ROH .

أنجزت المجموعة الأولى التسخين بالارتداد لخليط حجمه V ثابت، و يتكون من كمية المادة  $n_1 = 0,2 \text{ mol}$  لحمض الإيثانويك وكمية المادة  $n_2 = 0,2 \text{ mol}$  من حمض السليسيليك ، بإضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز.

1.1.1- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذا التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة وأعط اسمه. (0,5 ن)

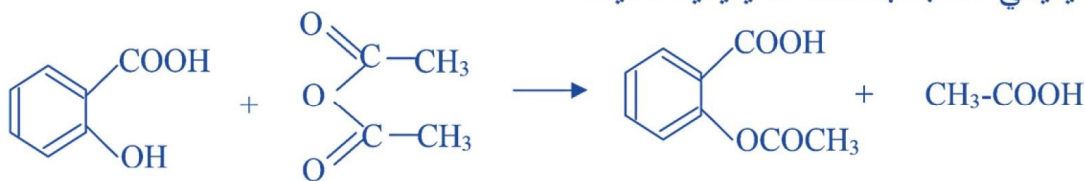
1.1.2- اعتمادا على الجدول الوصفي ، أثبت العلاقة :  $K = \left( \frac{x_{eq}}{0,2 - x_{eq}} \right)^2$  ؛ حيث  $x_{eq}$  يمثل تقدم التفاعل عند

التوازن. (1 ن)

1.1.3 - حدد المردود  $r_1$  لهذا التفاعل. (1 ن)

### 1.2- التجربة الثانية:

لتحضير الكتلة  $m(\text{AH}) = 15,3 \text{ g}$  من الأسبرين ، أنجزت المجموعة الثانية خليطا مكونا من الكتلة  $m_1 = 13,8 \text{ g}$  من حمض السليسيليك والحجم  $v = 19,0 \text{ mL}$  من أندريد الإيثانويك بإضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز، فحدث تفاعل كيميائي نمذجته بالمعادلة الكيميائية التالية:



أوجد المردود  $r_2$  لهذا التحول باعتماد الجدول الوصفي. (0,75 ن)

1.3 - حدد التجربة الأكثر ملاءمة للتصنيع التجاري للأسبرين ، علل جوابك.

(0,5 ن)

# الإمتحانات الوطنية

## كيمياء

2- دراسة تفاعل الأسبرين مع الماء:

نذيب الكتلة  $m'$  من الأسبرين AH في الماء الخالص لتحضير محلول مائي (S) تركيزه C وحجمه  $V = 443 \text{ mL}$  و ذي  $\text{pH} = 2,9$ .

ننمذج هذا التحول الكيميائي بالمعادلة الكيميائية التالية :



2.1 - بين أن تعبير نسبة التقدم  $\tau$  هو :  $\tau = \frac{1}{1 + 10^{\text{pK}_A - \text{pH}}}$  (1,5 ن)

2.2 - استنتج التركيز C واحسب الكتلة  $m'$  (1 ن)

2.3 - حدد النوع المهيمن من المزدوجة ( $\text{AH}/\text{A}^{-}$ ) في معدة شخص تناول قرصا من الأسبرين علما أن قيمة pH لعينة من عصارة معدته هي  $\text{pH} = 2$  (0,75 ن)

## الإمتحان الوطني - 2009 عادية

يتميز حمض البوتانويك ذو الصيغة نصف المنشورة  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$  برائحة خاصة؛ يؤدي تفاعله مع الميثانول  $\text{CH}_3\text{OH}$  إلى تكون مركب عضوي E رائحته طيبة وطعمه لذيق، يستعمل في الصناعات الغذائية والعطرية. يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض البوتانويك مع الماء وتفاعله مع الميثانول.

- نرمز للحمض المدروس ب AH وقاعدته المرافقة ب  $\text{A}^{-}$ .

- الجداء الأيوني للماء:  $K_e = 10^{-14}$ .

1- دراسة تفاعل حمض البوتانويك مع الماء:

نحضر محلولاً مائياً ( $\text{S}_A$ ) لحمض البوتانويك تركيزه  $C_A = 10^{-2} \text{ molL}^{-1}$  وحجمه  $V_A$ .

نقيس pH المحلول ( $\text{S}_A$ ) فنجد  $\text{pH} = 3,41$ .

1.1- انقل على ورقة التحرير، الجدول الوصفي للتحول الكيميائي وأتممه.

$\text{AH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{liq})} \rightleftharpoons \text{A}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$				معادلة التفاعل
كميات المادة معبر عنها بالمول (mol)				حالة المجموعة
$n_i(\text{AH})$	وفير	.....	.....	$x = 0$
.....	.....	.....	.....	$x = x_{\text{eq}}$

1.2- أعط تعبير تقدم التفاعل  $x_{\text{eq}}$  عند التوازن بدلالة  $V_A$  و  $[\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{eq}}$  (تركيز أيونات الأوكسونيوم عند التوازن).

1.3- أوجد تعبير  $\tau$  نسبة التقدم النهائي عند التوازن بدلالة pH و  $C_A$  ، ثم احسب قيمتها. ماذا تستنتج؟

1.4- اكتب تعبير ثابتة الحمضية  $K_A$  للمزدوجة ( $\text{AH}/\text{A}^{-}$ ) بدلالة  $\tau$  و  $C_A$  ، ثم استنتج قيمة  $\text{pK}_A$ .



# الإمتحانات الوطنية

كيمياء

2- دراسة تفاعل حمض البوتانويك مع الميثانول  $\text{CH}_3\text{OH}$ :  
ينتج عن تفاعل حمض البوتانويك مع الميثانول مركب عضوي E والماء، نمذجته بالمعادلة الكيميائية التالية:



2.1- اذكر اسم المجموعة التي ينتمي إليها المركب E وأعط اسمه.

2.2- نصب في حوجة، توجد في ماء مثلج،  $n_1 = 0,1\text{mol}$  من حمض البوتانويك و  $n_2 = 0,1\text{mol}$  من الميثانول وقطرات من حمض الكبريتيك المركز وقطرات من الفينول فتاليين، فنحصل على خليط حجمه  $V = 400\text{ mL}$ .

اذكر الفائدة من استعمال الماء المثلج، والدور الذي يلعبه حمض الكبريتيك في هذا التفاعل.

2.3- لتتبع تطور هذا التفاعل نصب في 10 أنابيب نفس الحجم من الخليط، ونحكم إغلاقها ونضعها في حمام مائي درجة حرارته ثابتة ( $100^\circ\text{C}$ ) ثم نشغل الميقت عند اللحظة  $t=0$ .  
لتحديد تقدم المجموعة الكيميائية بدلالة الزمن، نخرج الأنابيب من الحمام واحدا تلو الآخر ونضعها في ماء مثلج، ثم نعاير الحمض المتبقى في كل أنبوب بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $C = 1\text{mol.L}^{-1}$ .  
تكتب المعادلة الكيميائية النمذجة للمعايرة كما يلي:

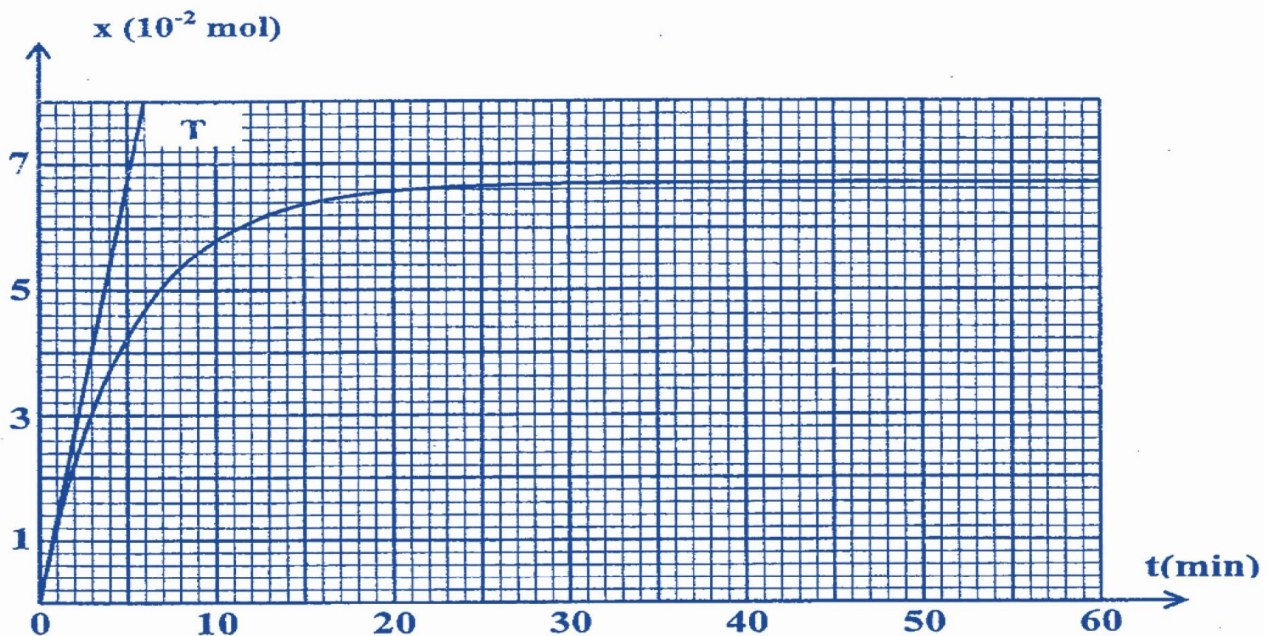


بين أن تعبير التقدم  $x$  لتفاعل الأسترة في لحظة  $t$  يعبر عنه بالعلاقة:

$$x(\text{mol}) = 0,1 - (10 \cdot C \cdot V_{\text{BE}})$$

حيث  $V_{\text{BE}}$  حجم هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ في كل أنبوب.

2.4- أدت نتائج الدراسة التجريبية لهذه المعايرة إلى خط المنحنى الممثل لتغيرات التقدم  $x$  لتفاعل الأسترة بدلالة الزمن:





المستقيم T هو المماس للمنحنى عند  $t_0 = 0$  .  
اعتمادا على المنحنى حدد:

2.4.1- السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t_0 = 0$  و اللحظة  $t_1 = 50 \text{ min}$  .

2.4.2- زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  .

2.4.3- خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند التوازن.

### الإمتحان الوطني - 2009 ستدراكية

يعتبر غاز ثنائي الكلور ( $\text{Cl}_2$ ) من الغازات الأساسية التي تدخل في صناعة عدد كبير من المركبات الكيميائية ومن بينها ماء جافيل.  
يتميز ماء جافيل بدرجة الكلورومتريّة ( $D^\circ \text{Chl}$ ) والتي تمثل حجم غاز ثنائي الكلور ، باللتر، الموجود في 1L من ماء جافيل. يحدد هذا الحجم في الشروط النظامية لدرجة الحرارة والضغط، حيث الحجم المولي  $V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$  .  
يهدف هذا التمرين إلى دراسة:

- تحضير غاز ثنائي الكلور بواسطة التحليل الكهربائي.
- تحديد الدرجة الكلورومتريّة ( $D^\circ \text{Chl}$ ) لمحلول ماء جافيل المحضر.
- الخصائص الحمض-قاعدية لماء جافيل.

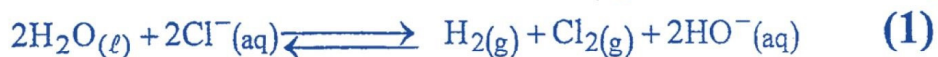
#### المعطيات:

- الكتلة المولية لكلورور الصوديوم:  $M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g.mol}^{-1}$  .
- ثابتة فاردي:  $1F = 96500 \text{ C}$  .
- يعبر عن الدرجة الكلورومتريّة لماء جافيل بالعلاقة:  $(D^\circ \text{Chl}) = [\text{ClO}^-]_0 \cdot V_m$  ، حيث  $[\text{ClO}^-]_0$  تمثل التركيز البدئي لأيونات تحت الكلوريت ( $\text{ClO}^-$ ) في محلول ماء جافيل المدروس.
- عند  $25^\circ \text{C}$  ، الجداء الأيوني للماء  $K_e = 10^{-14}$  .
- ثابتة التوازن K الموافقة لتفاعل  $\text{ClO}^-$  مع الماء:  $K = 3,16 \cdot 10^{-7}$  .

#### 1- دراسة تحضير غاز ثنائي الكلور:

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي مركز لكلورور الصوديوم ( $\text{Na}^+_{aq} + \text{Cl}^-_{aq}$ ) خلال المدة  $\Delta t = 30 \text{ min}$  بواسطة تيار كهربائي مستمر شدته  $I = 57,9 \text{ A}$  .  
بيّنت التجربة انبعاث:

- غاز ثنائي الكلور ( $\text{Cl}_2$ ) عند أحد الإلكترودين.
  - غاز ثنائي الهيدروجين ( $\text{H}_2$ ) وتكوّن أيونات الهيدروكسيد ( $\text{HO}^-$ ) عند الإلكترود الآخر.
- ننمذج هذا التحليل الكهربائي بالمعادلة الكيميائية الحصيلة التالية:



1.1- حدد المزدوجتين ( مختزل/مؤكسد) المتدخلتين في هذا التفاعل.



- 1.2- اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الذي حدث بجوار الكاثود.
- 1.3- أنشئ الجدول الوصفي للتحويل الحاصل عند الأنود.
- 1.4- أوجد تعبير كمية المادة  $n$  للجسم المتكوّن عند الأنود بدلالة  $I$  و  $\Delta t$  و  $F$ . احسب  $n$ .

### 2- تحديد الدرجة الكلورومترية ( $D^\circ \text{Chl}$ ) لماء جافيل:

نحضر محلولاً ( $S_0$ ) لماء جافيل تركيزه  $C_0$  بتفاعل غاز ثنائي الكلور ( $\text{Cl}_2$ ) مع أيونات الهيدروكسيد ( $\text{HO}^-$ ) وفق تحول كيميائي نعتبره كلياً وسريعاً وننمذجه بالمعادلة التالية:



نضيف لحجم من المحلول ( $S_0$ ) الماء المقطر لتحضير محلول مائي ( $S$ ) تركيزه المولي  $C = \frac{C_0}{10}$ .

نأخذ حجماً  $V = 10\text{mL}$  من المحلول ( $S$ ) ونضيف إليه كمية وافرة من محلول محمّض ليودور البوتاسيوم ( $\text{K}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$ )، وقطرات من محلول النشا.

تؤكسد أيونات تحت الكلوريت  $\text{ClO}^-$ ، في وسط حمضي، أيونات اليودور  $\text{I}^-$  وفق المعادلة الكيميائية التالية:



نعاير ثنائي اليود المتكون بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم ( $2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ ) ذي التركيز  $C_2 = 0,1\text{molL}^{-1}$ . يكون حجم محلول الثيوكبريتات المضاف عند التكافؤ هو  $V_E = 10,8\text{mL}$ .

ننمذج تفاعل المعايرة بالمعادلة التالية:



2.1- اعتماداً على الجدول الوصفي لتطور المعايرة، حدد كمية المادة ( $n(\text{I}_2)$ ) لثنائي اليود المتواجد في الخليط.

2.2- علماً أن  $n(\text{I}_2)$  تمثل كمية مادة ثنائي اليود الناتجة عن التفاعل (3)، استنتج كمية المادة

( $\text{ClO}^-$ ) لأيونات تحت الكلوريت المتواجدة في الحجم  $V$ .

2.3- حدد التركيز  $C$  واستنتج التركيز  $C_0$ .

2.4- أوجد الدرجة الكلورومترية ( $D^\circ \text{Chl}$ ) للمحلول ( $S_0$ ).

### 3- الخصائص الحمض-قاعدية لماء جافيل:

يمثل الأيون تحت الكلوريت  $\text{ClO}^-$ ، العنصر النشط لماء جافيل، القاعدة المرافقة لحمض تحت الكلوروز  $\text{HClO}$ ، القابلة للتفاعل مع الماء.

3.1- اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المنمذج لهذا التحول علماً أنه محدود.

3.2- حدد الثابتة  $K_A$  للمزدوجة ( $\text{HClO}/\text{ClO}^-$ )، علماً أن ثابتة التوازن الموافقة للمعادلة

الكيميائية لتفاعل  $\text{ClO}^-$  مع الماء هي  $K = 3,16 \cdot 10^{-7}$ .

## الإمتحان الوطني - 2008 عادية

الإيبوبروفين (Ibuprofène) حمض كربوكسيلي، صيغته الإجمالية  $C_{13}H_{18}O_2$ ، دواء يعتبر من المضادات للالتهابات إضافة إلى كونه مسكنا للألام ومخفضا للحرارة. تباع مستحضرات الإيبوبروفين في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس تحمل المقدار 200 mg قابل للذوبان في الماء. نرسم للإيبوبروفين ب  $RCOOH$  و لقاعدته المرافقة ب  $RCOO^-$ .  
نعطي الكتلة المولية للحمض  $RCOOH$  :  $M(RCOOH) = 206 \text{ g.mol}^{-1}$   
تمت جميع العمليات عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$ .

### (1) الجزء I - تحديد ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيبوبروفين مع الماء:

نذيب محتوى كيس من الإيبوبروفين والذي يحتوي على 200 mg من الحمض في كأس من الماء الخالص، فنحصل على محلول مائي ( $S_0$ ) تركيزه  $C_0$  و حجمه  $V_0 = 100 \text{ mL}$ .

1.1- احسب  $C_0$ . (0,75 ن)

1.2- أعطى قياس pH المحلول ( $S_0$ ) القيمة  $\text{pH} = 3,17$ .

1.2.1- تحقق، باستعانتك بالجدول الوصفي، أن تفاعل الإيبوبروفين مع الماء تفاعل محدود. (1,25 ن)

1.2.2- اكتب تعبير خارج التفاعل  $Q_r$  لهذا التحول. (0,5 ن)

1.2.3- بين أن تعبير  $Q_r$  عند التوازن يكتب على الشكل التالي:  $Q_{r,eq} = \frac{x_{\max} \cdot \tau^2}{V_0 \cdot (1 - \tau)}$

حيث  $\tau$  : نسبة التقدم النهائي للتفاعل و  $x_{\max}$  : التقدم الأقصى ويعبر عنه بالمول. (1 ن)

1.2.4- استنتج قيمة ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة التفاعل المدروس. (0,75 ن)

### (2) الجزء II- التحقق من صحة المقدار المسجل على كيس الإيبوبروفين:

للتحقق من صحة المقدار المسجل على الكيس، نأخذ حجما  $V_B = 60,0 \text{ mL}$  من محلول مائي ( $S_B$ ) لهيدروكسيد الصوديوم ( $Na_{aq}^+ + HO_{aq}^-$ ) تركيزه  $C_B = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ، ونذيب فيه كليا محتوى كيس من الإيبوبروفين، فنحصل على محلول مائي ( $S$ ).

(نعتبر أن حجم المحلول ( $S$ ) هو  $V_B$ )

2.1- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتفاعل بين الحمض  $RCOOH$  والمحلول ( $S_B$ ) والذي نعتبره كليا. (0,75 ن)

2.2- بين أن كمية مادة الأيونات  $HO^-$  البدئية المتواجدة في المحلول ( $S_B$ ) أكبر من كمية مادة الحمض  $RCOOH$  المذابة. (نعتبر أن المقدار المسجل على الكيس صحيح). (0,5 ن)



2.3- لمعايرة الأيونات  $\text{HO}^-$  المتبقية في المحلول (S)، نأخذ حجما  $V = 20,0 \text{ mL}$  من هذا المحلول ونضيف إليه محلولاً مائياً  $(\text{S}_A)$  لحمض الكلوريدريك تركيزه  $C_A = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

نحصل على التكافؤ عند صب الحجم  $V_{AE} = 27,7 \text{ mL}$  من المحلول  $(\text{S}_A)$ .  
نعتبر أن الأيونات  $\text{HO}^-$  المتبقية في المحلول (S) هي الوحيدة التي تتفاعل مع الأيونات  $\text{H}_3\text{O}^+$  الواردة من المحلول  $(\text{S}_A)$  أثناء المعايرة، وفق المعادلة الكيميائية التالية:



2.3.1- أوجد كمية مادة الأيونات  $\text{HO}^-$  التي تفاعلت مع الحمض  $\text{RCOOH}$  المتواجد في الكيس. (1 ن)

2.3.2- احسب الكتلة  $m$  لحمض الإيبوبروفين المتواجدة في الكيس. استنتج. (5 ن)

## الإمتحان الوطني - 2008 ستدراكية

يعتبر الخل التجاري محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك  $(\text{CH}_3\text{COOH})$  ويتميز بدرجة حمضية  $(X^\circ)$ ، و التي تمثل الكتلة  $X$  بالغرام (g) لحمض الإيثانويك الموجودة في 100 g من الخل.

المعطيات:

- تمت جميع العمليات عند  $25^\circ\text{C}$ .
- الكتلة الحجمية للخل:  $\rho = 1 \text{ g/mL}$ .
- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك:  $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$ .
- الموصلية المولية للأيون  $\text{H}_3\text{O}^+$ :  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 3,49 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ .
- الموصلية المولية للأيون  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ :  $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 4,09 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ .

\* تذكير:

- تكتب الموصلية  $\sigma$  بدلالة التراكيز الفعلية للأنواع الأيونية  $X_i$  في المحلول والموصلية المولية الأيونية  $\lambda_i$  لهذه الأنواع كما يلي:  $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$ .

(1) الجزء I- دراسة ذوبان حمض الإيثانويك في الماء:

نتوفر على محلولين مائيين  $(\text{S}_1)$  و  $(\text{S}_2)$  لحمض الإيثانويك:

- المحلول  $(\text{S}_1)$  تركيزه المولي  $C_1 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  وموصلية  $\sigma_1 = 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$ .
- المحلول  $(\text{S}_2)$  تركيزه المولي  $C_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  وموصلية  $\sigma_2 = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$ .

نعتبر ذوبان حمض الإيثانويك في الماء تفاعلاً محدوداً.

1.1- اكتب معادلة التفاعل المنمذج لذوبان حمض الإيثانويك في الماء. (0,75 ن)

1.2- أوجد تعبير التركيز المولي الفعلي  $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}$  لأيونات الأوكسونيوم عند التوازن بدلالة  $\sigma$  و  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$  و  $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$ . (0,75 ن)

- 1.3- احسب  $[H_3O^+]_{eq}$  في كل من  $(S_1)$  و  $(S_2)$  . ( 5, 0 ن )
- 1.4- حدد نسبتي التقدم النهائي  $\tau_1$  و  $\tau_2$  لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء في كل محلول؛ واستنتج تأثير التركيز البدئي للمحلول على نسبة التقدم النهائي. ( 1 ن )
- 1.5- حدد ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء بالنسبة لكل من  $(S_1)$  و  $(S_2)$  . ماذا تستنتج ؟ ( 1 ن )
- (2) الجزء II - التحقق من درجة حمضية الخل التجاري:  
نأخذ حجما  $V_0 = 1 \text{ mL}$  من خل تجاري درجة حمضيته  $(7^\circ)$  و تركيزه المولي  $C_0$  ، ونضيف إليه الماء المقطر لتحضير محلول مائي  $(S)$  تركيزه المولي  $C_S$  وحجمه  $V_S = 100 \text{ mL}$  .  
نعاير الحجم  $V_A = 20 \text{ mL}$  من المحلول  $(S)$  بمحلول مائي  $(S_B)$  لهيدروكسيد الصوديوم  $(Na_{aq}^+ + HO_{aq}^-)$  تركيزه  $C_B = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  .